

Střednědobá makroekonomická predikce

Makroekonomické modely v analytickém systému ČNB

Jaromír BENEŠ – David VÁVRA – Jan VLČEK*

1. Cílování inflace a predikce inflace

ČNB přešla v průběhu roku 1997 k režimu cílování inflace. V jistém smyslu se můžeme na tuto změnu dívat jako na přechod od pasivní měnové politiky k politice aktivní; je tedy přirozené, že tento přechod vyvolal a stále vyvolává odlišné a kvalitativně vyšší nároky na proces tvorby měnové politiky a na analytický rámec, v němž se odehrává.

Úspěch režimu cílování inflace je podmíněn aktivní měnovou politikou, která systematicky reaguje¹ na ekonomické události tak, aby při absenci jakýchkoliv dalších neočekávaných šoků zajistila v horizontu měnové transmise návrat inflace do cílovaného koridoru a její další setrvání v něm.

Horizontem měnové transmise, který budeme ekvivalentně označovat jako střednědobý horizont, rozumíme zpoždění mezi měnověpolitickou akcí (změnou měnového instrumentu, v případě ČNB krátkodobých mezibankovních sazeb) a jejím nejúčinnějším projevem v reálné ekonomice. Vzhledem k významné délce tohoto transmisního mechanismu (okolo 4–8 čtvrtletí ve standardních ekonomikách²) je cílování inflace ve své podstatě vždy *cílováním inflační predikce*: odchylka inflace od cíle nemůže být korigována okamžitě, resp. může být korigována okamžitě pouze za cenu nepříměně vysokých reálných nákladů.

Predikce inflace se tak v režimu cílování inflace stává klíčovým prvkem měnové politiky. Dosahovat inflačního cíle, tj. zajišťovat návrat predikce inflace do cílovaného koridoru, lze ale různými způsoby. Protože

* odbor ekonomického modelování ČNB (jaromir.benes@cnb.cz) (david.vavra@cnb.cz) (jan.vlcek@cnb.cz)

Autoři prezentují vlastní názory, jež nemusejí nutně odpovídat názorům instituce, v níž působí.

¹ Tím nemáme na mysli, že by banka musela reagovat na *každý* šok stejným způsobem. Naopak, systematický prvek chování banky spočívá v ignorování dočasných výchylek (viz např. seznam výjimek) a v potírání významných šoků tak, aby v průměru zajistila návrat inflace k cílovaným hodnotám. Vzhledem k tomu, že ekonomika je neustále ovlivňována celou řadou šoků, musí být zajištění návratu k cíli podmíněno určitou konkrétní představou o budoucích výchylkách a šocích. Cílování inflace se tak stává nevyhnutelně cílováním inflační predikce.

² Mahadeva a Šmídková (2000) však odhadují pro Českou republiku podstatně kratší optimální plánovací horizont, a to do 1 roku.

však současný stav ekonomiky závisí nejen na jeho minulém vývoji, ale podstatnou měrou také na očekáváních o budoucím vývoji – tento fakt budeme označovat jako vpřed hledící prvek v chování ekonomických subjektů (*agents*) –, mohou být efektivní pouze ty způsoby, které mají systematický a predikovatelný charakter. Měnová autorita (centrální banka) musí, jinými slovy, reagovat na stejné druhy ekonomických poruch systematicky stejným způsobem, který budou ostatní ekonomické subjekty schopné predikovat a který budou schopné vzít do úvahy při tvorbě svých očekáváníí.

Vpřed hledící prvek v tvorbě očekáváníí ekonomických subjektů je zároveň tím prvkem, který významně odlišuje dva základní typy predikcí – *podmíněnou* a *nepodmíněnou*³. *Podmíněná* predikce je postavena na exogenně dané budoucí trajektorii měnového instrumentu (v našem případě krátkodobých úrokových sazeb): typické je fixování budoucí hodnoty instrumentu na aktuální úrovni, popř. práce s úrokovými sazbami implikovanými současnou (a během predikce neměnnou) výnosovou křivkou.

Tvůrce měnové politiky však na podmíněnou predikci jako věrohodný scénář budoucího vývoje spoléhat nemůže. Střednědobá očekáváníí ekonomických subjektů o budoucím vývoji už v sobě totiž zcela jistě obsahují očekávanou reakci centrální banky v případě pozitivních nebo negativních inflačních tlaků. Současné chování ekonomických subjektů – např. sjednané mzdové a jiné kontrakty či rozšiřování nebo snižování výrobních kapacit – s takovou reakcí již nutně počítá. Má-li vzniknout věrohodná predikce založená na veškerých dostupných informacích, musí nutně počítat i s tím, jak ekonomické subjekty vnímají budoucí chování centrální banky. Formalizovaný popis reakce měnové politiky (očekávané finančními trhy) na různé ekonomické tlaky – neboli *reakční funkce měnové politiky* – proto musí být nedílnou součástí jakýchkoliv střednědobých úvah. Takový typ predikce se pak označuje jako predikce *nepodmíněná*⁴.

2. Predikční a analytický systém (FPAS⁵)

Centrální banka nemá v ekonomické realitě k dispozici žádné přímé opatření, jehož prostřednictvím by mohla nastavovat současnou či budoucí inflaci. K dispozici má pouze více či méně nepřímé kanály, jejichž souhrnnému působení říkáme transmisní mechanismus měnové politiky. Mezi

³ Přívlasky podmíněná a nepodmíněná jsou tu užívány specificky ve vztahu k měnové politice. Obecně je každá predikce, která obsahuje alespoň jeden exogenní předpoklad, podmíněná.

⁴ Ve své podstatě by každá predikce měla být podmíněna kompletní informační bází známou v okamžiku predikce. Ta mezi jinými zahrnuje i výnosovou křivku, a tedy i způsob, jakým ekonomické subjekty přenášejí svá očekáváníí o budoucím vývoji krátkodobých úrokových sazeb (instrumentu) do aktuálních dlouhodobých sazeb. Výše zmíněný příklad *podmíněné* predikce se zafixovanými sazbami však předpokládá pouze vodorovnou výnosovou křivku. Jinými slovy: tento způsob predikce systematicky potlačuje velmi důležitou část informací známých v okamžiku tvorby predikce.

⁵ FPAS – *Forecasting and Policy Analysing System*

základní součástí měnové transmise v malé otevřené ekonomice můžeme počítat:

- působení reálných měnových podmínek (reálných úrokových sazeb a reálného kurzu) na vývoj reálné poptávky a následně vliv skutečného reálného výkonu na inflaci na straně agregátní nabídky (někdy nazýváno „nepřímý kanál měnové politiky“),
- dopad měnové politiky na chování nominálního kurzu a jeho přímý dopad do cen dovážených statků (někdy nazýváno „přímý kanál měnové politiky“).

V režimu cílování inflace však má centrální banka k dispozici ještě další nástroj; jím je vyhlášená trajektorie inflačních cílů a jejich důvěryhodnost. Centrální banka operující v tomto režimu využívá transmisního mechanismu k systematickému a predikovatelnému ovlivňování ekonomiky tak, aby zajistila návrat inflace do cílovaného koridoru. Reakční funkce banky, tj. systematický prvek v jejím chování, a její vliv na tvorbu inflačních očekávání ekonomických subjektů se tak samy stávají významným prvkem transmisního mechanismu. V části věnované vlastnostem střednědobého modelu ukážeme, že v případě transparentní a kredibilní centrální banky hraje vyhlášení inflačních cílů větší roli než samotné tradiční instrumenty měnové politiky.

Oba dosud zmiňované atributy měnové politiky – systematicčnost a predikovatelnost na jedné straně a zajištění návratu inflace k přesně kvantifikovanému cíli na straně druhé – vyžadují, aby představy jejich tvůrců o fungování ekonomiky, vtělené do predikce inflace, neměly podobu pouhé „černé skříňky“, ale aby umožňovaly logicky strukturované úvahy a diskuze při maximálně možném zachování intuitivního pochopení a celkového náhledu. Centrální banka proto musí vybudovat analyticko-predikční aparát (systém), který by umožňoval zasadit predikci makroekonomických veličin do těchto úvah (Laxton – Scott, 2000). Je zřejmé, že takový systém zahrnuje celou řadu více či méně formálních přístupů a metod, včetně expertních úvah. Přesto lze vysledovat základní náležitosti, které by měly jednotlivé prvky systému splňovat, pokud má celý aparát poskytovat základ pro systematické rozhodování o měnové politice.

Predevším je nutné si uvědomit, že pro zodpovězení všech otázek souvisejících s tvorbou predikce nelze vytvořit jeden „všeobjímající“ nástroj. Není to ani technicky možné a zdaleka ani účelné. Čím podrobnější takový (modelový) nástroj je, tím menší přehled a intuici o základních mechanismech chování ekonomiky bude svým uživatelům dávat; to ve svém důsledku znemožní použití jeho závěrů při tvorbě měnové politiky. Naopak je třeba ke každému požadavku volit vhodnou metodu, někdy i kombinace metod. Tvorba makroekonomické prognózy, na níž jsou kladeny velmi specifické požadavky, je toho dobrým příkladem.

2.1 Tvorba střednědobé makroekonomické predikce

Pravidelná predikce základních makroekonomických veličin představuje hlavní výstup predikčního a analytického systému každé centrální banky. Cílem této predikce je poskytnout jednotnou představu o výchozím stavu, v němž se ekonomika nachází, a naznačit její pravděpodobný vývoj ve střednědobém horizontu inflačních cílů. Kvůli nejistotě o směru budoucího vývoje je nedílnou součástí predikce i ohodnocení míry této nejistoty.

Ze dvou základních cílů predikce vyplývají i různé požadavky, které jsou tradičně kladeny na krátký a dlouhý konec predikce, neboť predikce krátkodobého vývoje ekonomiky je mnohem více o tom, *kde* se ekonomika v současnosti nachází, zatímco střednědobý horizont prognózy ukazuje, *kam* se pravděpodobně ekonomika ubírat bude:

- Makroekonomický vývoj v průběhu několika následujících čtvrtletí je v převážné míře dán aktuálním působením celé řady vzájemně často nespojujících faktorů a jejich perzistencí. Krátkodobý vývoj ekonomiky je tedy velmi obtížné popsat prostřednictvím formálního modelového aparátu, který by odrazil konkrétní představy o behaviorálním chování ekonomických subjektů na jednotlivých trzích. Naopak je pro jeho podchytení nutný expertní monitorovací systém, který je schopen systematicky sledovat a vyhodnocovat často pouze útržkovité informace o působení takových faktorů.
- Na druhé straně formalizovaný modelový aparát se jeví jako vhodnější nástroj pro analýzu a predikci vývoje makroekonomických veličin ve střednědobém horizontu; v něm lze očekávat pohyb veličin v souladu s behaviorálními mechanizmy hospodářského cyklu a v něm je rovněž třeba dbát na vzájemnou provázanost těchto veličin. Modelová predikce rovněž umožňuje konstruovat odlišné scénáře budoucího vývoje, které jsou podmíněné až už odlišným vývojem exogenních faktorů, nebo působením odlišných ekonomických mechanismů. Takové scénáře představují srozumitelný způsob ohodnocení základních rizikových faktorů predikce. Právě možnost relativně rychle a spolehlivě odpovídat na vzájemně se vylučující otázky představuje klíčový přínos střednědobé modelové predikce pro měnovou politiku.

Tento nástin tvorby predikce ukazuje, že predikční a analytický systém pro podporu měnové politiky se musí skládat z celé řady více či méně formálních nástrojů, které jsou sice izolované, nicméně musejí „umět“ spolu komunikovat – ať už pravidelně (při vytváření predikce), nebo v příležitostných analýzách. Vzhledem k tomu, že měnová politika se musí explicitně pohybovat ve střednědobém rámci inflačních cílů, měl by v centru systému stát jeden „jádrový“ čtvrtletní predikční model (*core QPM*, *Quarterly Projection Model*; název je v literatuře běžný pro označení jádrových modelů v obdobných systémech), který by při rozumné míře detailnosti popisoval základní prvky transmisního mechanismu a zprostředkoval tak formální podobu jednotného myšlenkového rámce, v němž probíhají měnověpolitické úvahy. Kolem něho by měly být uspořádány „satelitní“ nástroje, z nichž každý hraje při tvorbě predikce poměrně přesně definovanou roli. Celý systém by měl být navíc dostatečně flexibilní na to, aby byl schopen zpracovat dodatečné expertní informace, které se vymykají formálnímu zpracování. Tímto způsobem je také organizován *predikční a analytický systém* (FPAS, *Forecasting and Policy Analysis System*) v ČNB.

3. Jádrový čtvrtletní predikční model (QPM)

Jádrový čtvrtletní predikční model plní v predikčním a analytickém systému ČNB tři základní funkce:

- tvoří sjednocující a disciplinující rámec pro diskuze o působení měnové politiky a transmisním mechanismu;
- zachycuje základní behaviorální mechanismy měnového hospodářského cyklu ve střednědobém horizontu inflačních cílů, a tak zabezpečuje konzistenci predikce na tomto horizontu;
- umožňuje korektní uchopení vpřed hledícího prvku v chování ekonomických subjektů (v tvorbě jejich očekávání), který hraje v transmisním mechanismu při režimu cílování inflace důležitou roli a který je významně ovlivněn systematickým prvkem v chování centrální banky.

Všechny tři základní funkce, a zejména posledně jmenovaná vyžadují, aby QPM měl povahu spíše strukturálního⁶ než redukováného modelu.⁷ Minimální požadavky na strukturu takového modelu vyplývají z podstaty režimu cílování inflace:

- model by měl především explicitně popisovat proces systematické kontroly inflace prostřednictvím reakční funkce centrální banky a následných kanálů transmisního mechanismu;
- model by měl rovněž endogenně pracovat s mechanismy, které určují vývoj klíčových transmisních veličin, zejména kurzu a úrokových sazeb (resp. termínové a klientské struktury úrokových sazeb), včetně jejich vpřed hledících prvků.

Kromě těchto minimálních požadavků může obsahovat jádrový model inflace i celou řadu dalších vazeb a vztahů. Současná podoba QPM v ČNB se od těchto minimálních požadavků výrazně neliší. Jeho relativní jednoduchost se však ukázala být velkou výhodou v okamžicích, kdy bylo potřeba dosáhnout širokého konsenzu v predikčním týmu.⁸

3.1. Základní logika QPM

Základní logika jádrového čtvrtletního predikčního modelu je odvozena od účelu, k němuž je používán. Za relevantní rámec pro měnověpolitické analýzy je v moderní makroekonomii považována *monetární teorie* nebo ekvivalentně *teorie monetárního cyklu*. V souladu s touto teorií se QPM skládá ze dvou relativně samostatných bloků. Prvním z nich je model dlouhodobých rovnovážných trendů (přívlastek „rovnovážný“ se zde zjednodu-

⁶ *Strukturálním* modelem je myšlen model, jehož parametry mají svůj význam odvozený ze strukturálních parametrů ekonomiky a jenž je schopen popsat odezvy ekonomiky na strukturální šoky; zjednodušeně řečeno: strukturální parametry a šoky přímo vystupují v definici preferencí a technologií ekonomických subjektů, a tedy mají zcela jednoznačný ekonomický význam. Naproti tomu u parametrů *redukováného* modelu nejsme schopni odvodit jejich vazbu na strukturální parametry, které stojí v pozadí, a/nebo tento model není schopen korektně popsat odezvu na izolovaný strukturální šok (nýbrž např. pouze na neznámou kombinaci šoků). Počítáme-li s vpřed hledícím charakterem chování ekonomických subjektů, nejsme u redukováných modelů schopni odvodit, jaký dopad bude mít do parametrů nebo odezvy na šoky změna v preferencích nebo technologii některého ekonomického subjektu, včetně preferencí měnového orgánu (např. režimu měnové politiky). Toto úzké místo redukováných modelů je obsahem tzv. Lucasovy kritiky.

⁷ Na tuto skutečnost navazuje v části 3.4 diskuze o kalibraci versus odhadu modelů tohoto typu a nemožnosti odhadovat některé základní behaviorální vztahy v transmisním mechanismu.

šeně řečeno vztahuje k trajektoriím, po kterých by se pohybovala hypotetická ekonomika, v níž by neexistovaly žádné frikce, tj. zejména cenové a jiné strnulosti), druhý blok tvoří model měnového hospodářského cyklu, který budeme v dalším textu nazývat cyklickým modelem.⁹ Pro účely střednědobé predikce jsou oba dva bloky nezastupitelné, jejich rozdělení však umožňuje izolovat ty ekonomické mechanismy, které jsou rozhodující pro tvůrce měnové politiky, od těch, které jsou na měnové politice a cyklickém kolísání relativně nezávislé.¹⁰

Výhodami vyčlenění cyklického modelu jsou jeho relativní přehlednost a jednoznačná motivace pro každý z jeho vztahů. Tím máme na mysli, že každá z vazeb modelu je motivována určitým typem chování ekonomických subjektů, což usnadňuje interpretaci modelových simulací. Významným prvkem tohoto chování je samozřejmě také již zmiňovaná tvorba očekávání ekonomických subjektů o budoucím vývoji, která výrazným způsobem ovlivňuje a dotváří naše chápání měnových hospodářských cyklů a usnadňuje nám pochopení střednědobých aspektů měnové politiky.

⁸ Mezi vlastnosti, které by mohly být od takového modelu požadovány a kterými současný QPM v ČNB nedisponuje, jsou např.:

- modelování sektorové intratemporální produkční a spotřební substituce, tzn. vývoje poptávkových a nabídkových faktorů v jednotlivých ekonomických sektorech, a jejího dopadu na agregátní vývoj ekonomiky;
- zachycení dlouhodobých vlivů stavových veličin (akumulovaného veřejného nebo vnějšího dluhu apod.). QPM je budován jako tokový model. Jestliže by QPM byl budován přímo jako stavově-tokový (*stock-flow*) model, je velmi pravděpodobné, že by náklady v podobě ztráty intuitivního chápání základních mechanismů a ztížení strukturovaných úvah převýšily nad přínosy v podobě dodatečné informace.

Právě pro řešení všech těchto a některých dalších typů problémů jsou určeny jednotlivé satelitní modely. Jádrový QPM potom obsahuje pouze cesty, jak do konstrukce střednědobé predikce vložit nebo při ní zohlednit mechanismy a jevy, které nejsou v modelu explicitně behaviorálně popsány. Technické řešení tohoto problému je obsaženo v části 4.

Prvotním účelem celého FPAS je pak umožnit systematickou a konzistentní tvorbu pravidelných (čtvrtletních) predikcí ekonomického vývoje a poskytnout logicky strukturovaný rámec pro analýzu transmisního mechanismu.

⁹ V anglické literatuře cyklickému modelu odpovídá tzv. *gap model* (*gap* = mezera). Cyklické chování ekonomických veličin můžeme interpretovat jako odchylku od dlouhodobého trendu vývoje této veličiny. Například odchylka hrubého domácího produktu od potenciálního produktu je mezerou („*gapem*“) výstupu. Podobně ale můžeme rozložit jakoukoliv jinou veličinu. Jediným kritériem je, aby cyklická složka vyjadřovala pouze tu část chování ekonomické veličiny, která podléhá hospodářskému cyklu. Cyklický model tedy nepracuje explicitně s nabídkovou stranou ekonomiky, která je exogenní, a nemůže tak postihnout některé druhy šoků. Např. šok do potenciálního výstupu se projeví pouze v HDP, ale ne v inflaci, neboť sám o sobě vývoj hospodářského cyklu neovlivní.

¹⁰ Dlouhodobé trendy v reálných veličinách nemají v principu žádný vliv na cyklické chování ekonomiky. Za výjimku lze považovat vliv těchto trendů na rovnovážné hodnoty nominálních veličin (nominální úrokové míry, nominální depreciace); tento vliv je uveden jako jeden z příkladů při demonstraci vlastností QPM na konci této části. Poněkud složitější je vliv kvantifikace inflačního cíle, který můžeme považovat za dlouhodobý trend v inflaci, na cyklické chování ekonomiky. Standardně by kvantifikace měla vliv pouze na rozložení reálné apreciace na její dvě nominální složky (nominální apreciaci a domácí inflaci), v případě dezinflační strategie (což je případ současné měnové politiky ČNB), tedy klesajícího inflačního cíle, může mít volba rychlosti dezinflace – z důvodu existence mzdových a inflačních strnulostí – důsledky pro cyklické chování jak nominálních, tak reálných veličin.

The diagram illustrates the relationships between various economic indicators:

- inflační očekávání** (Inflation Expectations) points to **čistá inflace** (Core Inflation).
- zahraniční inflace** (Foreign Inflation) points to **čistá inflace**.
- celková inflace** (Total Inflation) points to **inflační očekávání**, **mezera HDP** (GDP Gap), and **domácí úrokové sazby** (Domestic Interest Rates).
- mezera HDP** points to **čistá inflace**, **měnový kurz** (Exchange Rate), and **RMCI** (Real Money Circulation Index).
- zahraniční mezera HDP** (Foreign GDP Gap) points to **měnový kurz**.
- měnový kurz** points to **RMCI**.
- domácí úrokové sazby** points to **RMCI**.
- zahraniční úrokové sazby** (Foreign Interest Rates) points to **RMCI**.
- Dotted arrows indicate secondary or indirect influences from **čistá inflace**, **mezera HDP**, and **RMCI** back towards other variables.

Inflační působení zahraničních cen je ve schématu zachyceno prostřednictvím vlivu měnového kurzu a zahraniční inflace na míru čisté inflace. Vývoj čisté inflace je na straně agregátní nabídky navíc krátkodobě ovlivněn pozicí ekonomiky v hospodářském cyklu (mezera HDP) a očekáváním ekonomických subjektů o vývoji celkové inflace (která vzniká součtem příspěvků čisté inflace a exogenních regulovaných cen). Oba dva efekty jsou redukováným vyjádřením cyklického charakteru mzdového vyjednávání (mzdy tvoří nejvýznamnější složku nákladů) a cyklického charakteru cenových marží.

¹¹ Děkujeme anonymnímu recenzentovi redakce tohoto časopisu za připomenutí tohoto bodu.

Ve strukturálním modelu aktivní měnové politiky typu QPM není možné zavést vazbu inflačních očekávání na cíl přímo, neboť tato vazba by obešla měnovou politiku, která by v extrémním případě paradoxně neměla co dělat. Ačkoliv tedy tato vazba (cíl-očekávání) existuje v redukovaném tvaru, výhoda strukturálního modelu spočívá v tom, že poukáže na mechanismy, kterými k tomu dochází.

Očekávaný vývoj inflace se promítá i do nastavení krátkodobých úrokových sazeb, které se ČNB snaží ovlivnit tak, aby bylo dosaženo inflačního cíle s ohledem na délku transmise úrokových měr do inflace. Proces systematické kontroly inflace je tak představován pohybem úrokových sazeb (a výnosové křivky obecně) v závislosti na očekávaném vývoji inflace a na stavu ekonomiky. Tento proces by měl zohledňovat představu trhů o adekvátní úpravě sazeb vzhledem k očekávanému ekonomickému vývoji.

Reakce úrokových sazeb částečně zohledňuje i současnou pozici v ekonomickém cyklu, neboť mezeru výstupu lze chápat jako indikátor budoucího vývoje inflace. Tato vazba tedy nutně nevyjadřuje zájem měnové politiky o stabilizaci vývoje HDP (a nabídkové strany ekonomiky obecně).

Reakce úrokových sazeb vyvolává změnu nominálního kurzu, která spolu se zahraničními (německými) a domácími sazbami utváří reálné měnové podmínky. Měnové podmínky jsou měřeny indexem reálných měnových podmínek RMCI (*Real Monetary Condition Index*), který vyjadřuje souhrnné působení měnové politiky na poptávkovou stranu ekonomiky a je tvořen vážením odchylek domácích a zahraničních reálných úrokových sazeb a reálného měnového kurzu od rovnovážných hodnot.

Index reálných měnových podmínek poskytuje souhrnnou informaci o působení měnové politiky na cyklický průběh poptávkové strany (mezery HDP). Posledním faktorem působícím na straně agregátní poptávky je jeho korelace s cyklem v zahraničí (Německo). Modelový transmisní mechanismus proto zahrnuje oba tradiční kanály kontroly inflace působící v malé otevřené ekonomice: nepřímý, v němž změna úrokových sazeb působí na inflaci prostřednictvím reálné ekonomické aktivity (mezera HDP), a přímý, v němž se změna úrokových sazeb promítá do inflace příslušnou změnou nominálního kurzu.

3.2 Cyklický model ekonomiky

Vlastní podoba cyklické části QPM je mnohem komplikovanější, než se může z výše uvedeného schématu zdát.¹² Velká většina modelových rovnic jsou však buď identity a definice, nebo slepé proměnné, které nemají zpětný vliv na další modelové proměnné. V následujícím popisu se proto soustředíme pouze na rovnice popisující behaviorální jádro modelu z výše uvedeného schématu. Malá písmena vyjadřují logaritmy daných veličin s výjimkou temp růstu a úrokových sazeb; z popisu jsou vypuštěny definice inflačních očekávání (značené operátorem E), které jsou obecně vá-

¹² Celý cyklický model má přes 100 rovnic a proměnných.

ženým součtem vpřed hledících (racionálních, modelově konzistentních, značených indexem u příslušné proměnné posunutým vpřed o jedno období, např. π_{t+1}) a vzad hledících (adaptivních, autoregresních) očekávání.¹³

Rovnice (1) a (2) jsou identitami, které definují rozklad základních ukazatelů na jejich dlouhodobou rovnovážnou část a na část cyklickou. V rovnici (1) se reálný výstup (HDP), označený jako y_t , rozkládá na rovnovážný výstup, y_eq_t , a na mezeru výstupu, y_gap_t . V rovnici (2) se míra nezaměstnanosti, u_t , člení na míru nezaměstnanosti neakcelerující inflaci, $nairu_t$, a mezeru v nezaměstnanosti, u_gap . Rozdíl $nairu$ a u_gap je zvolen záměrně tak, aby mezery výstupu i nezaměstnanosti měly ve stejné fázi hospodářského cyklu stejné znaménko.

$$y_t = y_eq_t + y_gap_t \quad (1)$$

$$u_t = nairu_t - u_gap_t \quad (2)$$

$$z_t = s_t + p_t - p_t^* \quad (3)$$

$$\pi core_t = a_0 (\pi 4_t^{MexE} + \Delta_4 z_eq_t) + a_1 E \pi 4_{t+1} + (1 - a_0 - a_1) \pi core_{t-1} + a_2 y_gap_{t-1} + \varepsilon_t^\pi \quad (4)$$

$$y_gap_t = d_0 y_gap_{t-1} - d_1 rmci_{t-1} + d_2 y_gap_t^* + \varepsilon_t^{y_gap} \quad (5)$$

$$rmci_t = b_1 (b_3 rc_gap_t + b_4 r4_gap + b_5 r4_gap_t^*) + b_2 z_gap_t \quad (6)$$

$$u_gap_t = f_0 u_gap_{t-1} + f_1 y_gap_t + \varepsilon_t^{u_gap} \quad (7)$$

$$s_t = g_0 s_{t+1} + (1 - g_0) \lfloor s_{t-1} - 2(E\pi_{t+1} - E\pi_{t+1}^*)/4 + 2\Delta z_eq_t \rfloor + (rs4_t - rs4_t^* - prem)/4 + \varepsilon_t^s \quad (8)$$

$$r4_eq_t = prem_t + r4_eq_t^* - \Delta_4 z_eq_t + \varepsilon_t^{prem} \quad (9)$$

$$rs_t = m_0 rs_{t-1} + (1 - m_0) \lfloor rs_eq_t + m_1 (\pi 4_{t+4} - \pi_{t+4}^{Tar}) + m_2 y_gap_t \rfloor + \varepsilon_t^i \quad (10)$$

$$rs_eq_t = rr_eq_t + \pi 4_{t+4} \quad (11)$$

$$rs4_t = rs4_prem + j_1 (\sum_{i=0}^3 rs_{t+i})/4 + (1 - j_1) rs_t + \varepsilon_t^{i4} \quad (12)$$

$$rc_t = rc_prem + rs4_t + p_1 y_gap_{t+4} + \varepsilon_t^{ic} \quad (13)$$

$$\pi_t^{MexE} = k_1 (\pi_t^* - \Delta s_t) + (1 - k_1) \pi_{t-1}^{MexE} - k_2 (p_{t-1}^{MexE} - p_{t-1}^* + s_{t-1} + k_0) + \varepsilon_t^{\pi^{MexE}} \quad (14)$$

¹³ Předpokládáme, že většina ekonomických subjektů je výrazně vzad hledících, i když tato váha se mění podle typu trhů. Tak např. u měnového kurzu předpokládáme 50% podíl racionálních, vpřed hledících ekonomických subjektů, zatímco u inflace pouze 10% podíl.

$$\pi_t^{ME} = h_1 (\pi_t^{Oil} + \Delta s_t^{USD}) + (1 - h_1) \pi_{t-1}^{ME} - h_2 (p_{t-1}^{ME} - p_{t-1}^{Oil} + s_{t-1}^{USD} + h_0) + \varepsilon_t^{\pi^{ME}} \quad (15)$$

$$\pi_t^{EN} = n_0 \pi_t^{ME} + n_1 E_t \pi_{t-1} + (1 - n_0 - n_1) \pi_{t-1}^{EN} - n_2 y_gap_{t-1} + \varepsilon_t^{\pi^{EN}} \quad (16)$$

Rovnice (3) je identitou definující výpočet reálného měnového kurzu z_t . Při jeho konstrukci se vychází z logaritmu kurzu DEM/CZK, s_t , logaritmu domácí cenové hladiny měřené indexem CPI, p_t , a logaritmu německé cenové hladiny, p_t^* . Je dobré zdůraznit, že na základě definice reálného měnového kurzu znamená apreciacie domácí měny vůči německé marce růst reálného měnového kurzu.¹⁴

Rovnice (4) je Phillipsova křivka (dynamická rovnice agregátní nabídky) pro jádrovou inflaci, π_{core}_t (tj. mezičtvrtletní míru inflace vypočtenou z celkového CPI po vyloučení všech regulovaných cen a cen energií). Tato míra inflace má v modelu monetární charakter; vývoj regulovaných cen a cen energií potom podléhá odlišným faktorům.¹⁵ Phillipsova křivka je zde redukováným vyjádřením autoregresních i vpřed posunutých strnulostí ve vývoji nákladů a při stanovování konečných cen (plynoucích zejména z překrývajících se struktury mzdových kontraktů a v čase rozložené tvorby cen) a provázanosti těchto cenotvorných mechanismů na cyklickou polohu ekonomiky (tj. na převis poptávky nad nabídkou či opačně). V malé otevřené ekonomice je výsledná cenová tvorba významně ovlivněna také vývojem cen dovezených mezispotřebních i konečných spotřebních statků.

V souladu s touto logikou je vývoj jádrové inflace, π_{core}_t , určen jednak váženým podílem příspěvku domácí zpožděné a očekávané inflace, $\pi_{core_{t-1}}$ a $E\pi_{t+1}$ ¹⁶, jednak příspěvku inflace dovozních cen bez energie, π_4^{MexE} , a dále pak polohou ekonomiky v hospodářském cyklu, tj. mezerou HDP zpožděnou o jedno čtvrtletí, y_gap_{t-1} . Výstupní mezera získává díky Phillipsově křivce charakter indikátoru budoucích inflačních tlaků. Použitím očekávané inflace vycházející z celkového CPI do modelu vstupuje zpětná vazba ze sektoru regulovaných cen a cen energií (druhotné efekty).

Vložení rovnovážné míry apreciacie reálného kurzu, $\Delta_4 z_eq_t$ ¹⁷, slouží k modelování dodatečného příspěvku do jádrové inflace plynoucího z rychlejšího růstu cen neobchodovatelných statků než statků obchodovatelných, který nelze při dané úrovni agregace modelu zachytit jiným mechanismem.

Důležitou vlastností rovnice agregátní nabídky je lineární homogenita parametrů Phillipsovy křivky u cenových veličin, formálně vyjádřená zápisem autoregresního parametru, $1 - a_0 - a_1$. Vyjadřuje přesvědčení, že ne-

¹⁴ Kurz již neexistující německé marky vůči koruně vystupuje v modelu z čistě historických důvodů napojení časových řad.

¹⁵ V reakční funkci centrální banky (viz dále) se však pochopitelně objevuje cílovaná míra inflace, tj. celková inflace měřená indexem CPI.

¹⁶ Váha inflačních očekávání je zhruba 33 %, ovšem (jak je uvedeno v poznámce 13) pouze 10 % z nich je skutečně racionálních.

¹⁷ Δ_4 značí operátor difference přes 4 období.

existují žádné fundamenty, jež by určovaly rovnovážnou hodnotu inflace; jinými slovy: že ve stavu rovnováhy bude Phillipsově křivce vyhovovat libovolná míra inflace (s příslušnou nominální apreciací dopočítanou pomocí ostatních modelových rovnic na základě exogenně zadané zahraniční inflace). Jediným prvkem, který determinuje skutečnou míru inflace ve stavu rovnováhy, je tudíž systematické chování centrální banky, kvantifikované v tomto případě inflačním cílem.

Rovnice (5) zachycuje dynamickou IS-křivku (agregátní poptávku). Popisuje chování mezery HDP, y_gap_t , jako výsledku substituce intertemporální¹⁸ (rozložení spotřeby a investic v čase) a intratemporální (rozložení poptávky po domácím a zahraničním zboží) s přihlednutím k empiricky pozorované setrvačnosti mezery. Výsledná rovnice má podobu autoregresivního procesu, jehož dynamika je ovlivněna zpožděným indexem reálných měnových podmínek, $rmci_{t-1}$, tvořeným váženým součtem odchylek domácích a zahraničních reálných úrokových sazeb a reálného měnového kurzu od rovnovážných hodnot. Index reálných měnových podmínek podává informaci o behaviorálních příčinách obou zmíněných typů substituce a zároveň vyjadřuje souhrnné působení měnové politiky na ekonomiku. Modelování zahraniční poptávky po domácím zboží je doplněno mezerou německého HDP jako aproximací cyklického kolísání zahraniční poptávky.

Index reálných měnových podmínek, $rmci_t$, je definován v rovnici (6) jako vážený součet odchylky reálné jednoleté sazby PRIBOR od rovnovážné úrovně, $r4_gap_t$, odchylky reálné úrokové sazby na nově poskytnuté úvěry od rovnovážné hodnoty, rc_gap_t , odchylky jednoleté sazby EURIBOR od rovnovážné úrovně, $r4_gap_t^*$, a mezery v reálném měnovém kurzu, z_gap_t .

Rovnici (7) lze chápat jako Okunův zákon, tj. jako aproximaci jednofaktorové produkční funkce při exogenním množství kapitálu kolem bodu rovnováhy (vyjádřenou tudíž v cyklických odchylkách), která spojuje fluktuace reálného výstupu ekonomiky, y_gap_t , s množstvím zaměstnaného výrobního faktoru práce, neboli – v inverzním vztahu – s mezerou v míře nezaměstnanosti, u_gap_t . Autoregresivní člen zachycuje empiricky pozorovaný fakt, že trh práce vykazuje vyšší stupeň strnulosti než trh reálných statků.

Rovnice (8) je nepokrytá výnosová parita a má význam arbitrážní podmínky – pružné mezinárodní trhy zajistí vyrovnání očekávaného výnosu z investice do zahraničního a obdobného domácího instrumentu (samozřejmě se zohledněním očekávaných kurzových pohybů a rizikové premie domácí ekonomiky, kterou požadují investoři ve formě vyšších výnosů jako kompenzaci za zvýšené riziko investice). Při tvorbě očekávaného budoucí kurzu předpokládáme racionální chování pouze části ekonomických subjektů na trhu; jejich podíl je dán parametrem $g_0 \in [0,1]$. Ostatní tvoří očekávání adaptivně, jejich očekávání jsou aproximována druhým členem

¹⁸ Zachycení intertemporálního rozložení spotřeby domácností pomocí vztahu reálných úrokových měr a mezery HDP je pouze stylizované. Pro lepší zachycení tohoto efektu by bylo nutné buď rozložit HDP na jednotlivé komponenty (za cenu menší přehlednosti modelu), nebo odvodit vztah z mikroekonomických základů (Vávra, 2001).

rovnice (8), který má zejména z důvodu konzistence dlouhodobých vlastností modelu poměrně komplikovanou strukturu: pro získání hodnoty nominálního kurzu v čase $t+1$ je k jeho poslední známé hodnotě z času $t-1$, s_{t-1} , přičten dvojnásobek (pohyb přes dvě období) nominální apreciace konzistentní s rovnovážnou reálnou mírou apreciace, $\Delta z_{eq,t}$, očištěnou o poslední známé míry inflace v domácí a zahraniční ekonomice, $E\pi_t - E\pi_t^*$. Poslední část rovnice zachycuje standardním způsobem nominální výnosový diferenciál mezi domácími a zahraničními jednoletými instrumenty na peněžním trhu, $rs_{4,t} - rs_{4,t}^*$, upravený o rizikovou prémii domácí ekonomiky¹⁹, $prem_t$.

Rovnice (9), nepokrytá výnosová parita vyjádřená prostřednictvím rovnovážných reálných ekvivalentů, odvozuje vývoj domácí reálné rovnovážné úrokové sazby (jednoleté PRIBOR, $r_{4_eq}^*$) od exogenního vývoje zahraniční rovnovážné reálné úrokové sazby (jednoletá EURIBOR, $r_{4_eq}^*$), rovnovážné apreciace reálného měnového kurzu (Δz_{eq}) a předpokládaného vývoje kurzové rizikové premie ($prem$). Jako taková je diskutována v části věnované dlouhodobým trendům a její odvození je předmětem *textové přílohy 1*. Další modelové rovnice, které však z důvodu rozsahu textu a přehlednosti neuvádíme, pak definují vazby dalších reálných rovnovážných úrokových sazeb prostřednictvím termínových a klientských premií.

Rovnice (10) je reakční funkcí měnové politiky, tj. stylizované zachycenou systematickou složkou v chování instrumentu centrální banky. Člení se na autoregresní část a na vlastní aktivní pravidlo chování centrální banky. Autoregresní charakter chování (jako empiricky podloženou skutečnost) lze vysvětlit tzv. opatrnostním prvkem v měnové politice, který vyplývá z nejistoty v tom, zda používaná modelová struktura a používané hodnoty strukturálních parametrů odpovídají ekonomické realitě. Lze ukázat, že čím vyšší je stupeň nejistoty, tím vyšší je optimální míra opatrnosti centrálního bankéře, a tudíž tím nižší razance v měnověpolitických akcích.

Krátkodobá úroková sazba (tříměsíční PRIBOR, rs_t) reaguje na odchylky inflační predikce π_{t+4}^* od stanoveného cíle π_{t+4}^{tar} tak, že v případě inflační tlaků bude převyšovat svoji tzv. politicky neutrální úroveň $rs_{eq,t}$ (viz komentář k rovnici 11), způsobí zvýšení reálné úrokové míry nad rovnovážnou úroveň, tj. zpřísnění reálných měnových podmínek, a tudíž impuls k tlumení ekonomiky. Reakce měnové politiky na predikci inflace, a nikoliv na okamžitou současnou hodnotu je zcela v souladu s argumenty týkajícími se zpoždění transmisního mechanismu z předchozích částí.

Přítomnost mezery HDP, $y_{gap,t}$, v reakční funkci je primárně motivována tím, že pozice ekonomiky v hospodářském cyklu je jistým vpřed hledícím indikátorem budoucích inflačních tlaků (viz komentář k rovnici 4). Zahrnutí reakce na tuto informační proměnnou do systematického chování měnové politiky umožňuje přiblížit („vyladit“) reakční funkci k její teore-

¹⁹ Nepokrytá výnosová parita se v upravené podobě použije i k výpočtu historického průběhu rizikové premie. Nejdříve se převede do reálné podoby rovnovážných veličin, v níž očekávaná deprecie reálného rovnovážného kurzu závisí na reálném rovnovážném výnosovém diferenciálu. Do této rovnice se dosadí historické odhady rovnovážných trendů (viz *textová příloha 2*) a dopočte se implikovaný průběh rizikové premie.

tický optimální podobě. V žádném případě to neznamená (resp. nemusí znamenat), že by hospodářský výkon sám o sobě byl společně s inflací cílem tvůrců měnové politiky.²⁰

Rovnice (11) definuje tzv. politicky neutrální úroveň nominální úrokové sazby, rs_{eq_t} , tzn. takovou úroveň, která je konzistentní s rovnovážnou reálnou úrokovou sazbou, rr_{eq_t} , a racionálně tvořenými inflačními očekáváními, π_{t+4} . Takto nastavená nominální úroková míra nebude ve stavu rovnováhy vyvolávat žádné změny v reálných ani nominálních veličinách – bude vůči domácí ekonomice neutrální.

Rovnice (12) a (13) popisují strukturu úrokových sazeb v modelu. Dlouhodobá mezibankovní úroková sazba (jednoletá PRIBOR, rs_{4_t}) je tvořena na základě arbitrážní podmínky (vyrovnání očekávaných výnosů z krátkodobých a dlouhodobých instrumentů na mezibankovním trhu) s pozitivní termínovou premií ($r4_prem_t$), viz rovnice (12). Při tvorbě očekávání předpokládáme racionální charakter pouze u části finančního trhu – podíl vpřed hledících subjektů je dán parametrem $j_1 \in [0,1]$.²¹ Ostatní tvoří svoje očekávání adaptivně, jejich očekávání jsou aproximována současnou úrovní krátkodobé sazby. Rovnice (13) zachycuje tvorbu klientských sazeb komerčních bank. Hlavní determinantou jsou náklady refinancování, tj. dlouhodobá mezibankovní sazba. Klientská přírážka má potom konstantní a cyklickou část. Cyklické chování přírážky je odvozeno za předpokladu, že v modelovém chování hrají hlavní roli úvěry poskytnuté na financování provozního, nikoliv fixního kapitálu firem. Jednoduše lze potom ukázat, že očekávaná hospodářská konjunktura zvyšuje klientskou přírážku.

Rovnice (14) determinuje inflaci importních cen s vyloučením cen energií π^{MexE} . Importní ceny mají autoregresivní charakter vyjádřený členem π_{t-1}^{MexE} s přímým dopadem inflace německých spotřebitelských cen vyjádřených v domácí měně ($\pi_t^* - \Delta s_t$). Poslední člen v rovnici je korekční člen, který zajišťuje platnost relativní verze parity kupní síly v obchodovatelném sektoru v dlouhém období: p_t^{MexE} označuje logaritmus indexu dovozních cen s vyloučením cen energií.

Rovnice (15) determinuje inflaci dovozních cen energií π_t^{ME} . Má zcela analogickou strukturu jako rovnice (14). První dva členy jsou váženým příspěvkem vlivu autoregresivního chování, π_{t-1}^{ME} , a inflace cen ropy, π_{t-1}^{Oil} , vyjádřené v domácí měně. Rovnice zohledňuje praxi v mezinárodním obchodu se surovinami (kontrakty jsou založeny na dolarových cenách) a používá logaritmus kurzu USD/CZK, s_t^{USD} . Dále v rovnici p_{t-1}^{ME} je logaritmus indexu dovozních cen energií a p_t^{Oil} označuje logaritmus cen ropy.

Rovnice (16) je modifikací Phillipsovy křivky pro inflaci v cenách energií, π^{EN} . Má obdobnou logiku jako rovnice (4) – vývoj π_t^{EN} je dán autoregresí (zpožděnou hodnotou), dále očekávanou hodnotou meziroční

²⁰ V ekonomické terminologii lze tuto poznámku vyjádřit rozdílem mezi tzv. *ztrátovou funkcí* centrální banky, která popisuje její preference, a *reakční funkcí*, která popisuje způsob, jak optimálně dosáhnout preferovaného stavu ekonomiky. Obecně bude technicky optimální reakční funkce vždy funkcí *všech* proměnných, které v modelu vystupují, bez ohledu na tvar ztrátové funkce.

²¹ V současnosti předpokládáme podíl racionálních ekonomických subjektů kolem 20 %.

míry inflace $E_t\pi_4$, a výstupní mezerou $ygap_{t-1}$. Na rozdíl od Phillipsovy křivky pro jádrovou inflaci zde přirozeně nevystupuje rovnovážná reálná apreceiace sloužící k zachycení efektu rozdílného cenového vývoje obchodovatelných a neobchodovatelných statků. Důležitou vlastností rovnice (16) je opět lineární homogenita parametrů u cenových veličin, viz rovnice (4).

3.3 Dlouhodobé trendy v ekonomickém vývoji

Jak již bylo řečeno, ačkoliv cyklický model poskytuje zásadní informaci pro rozhodování měnové politiky, je nutné pro sestavení vlastní predikce modelovat i trajektorie rovnovážných veličin. Při současné podobě modelu se jedná o budoucí průběh dlouhodobých trendů v reálném výstupu, v reálném kurzu a v reálných úrokových mírách (krátkodobé a dlouhodobé mezibankovní, klientské na nově poskytnuté úvěry). Z těchto trendů lze potom na základě znalosti inflačního cíle²² odvodit trendy nominálních úrokových měr a nominální apreceiace.²³ Ideálně by dlouhodobé trendy v těchto veličinách měly být vzájemně provázány podle příslušných behaviorálních mechanismů. Lze však také docela dobře použít expertní informace, popř. informace z parciálních satelitních modelů, které budou vypovídat o trendech v těchto veličinách izolovaně. Důvodem této nejednoznačnosti a zdánlivé nekonzistence je skutečnost, že behaviorální základy cyklického modelu jsou vesměs lhotejné k dlouhodobým trendům, vůči kterým je cyklus vymezen. Nelze je tedy využít ke korektní definici rovnovážných veličin ani jejich vzájemných vztahů.²⁴ Proto lze nalézt celou řadu přístupů, kterou budou k těmto trendům přistupovat s odlišnou, navzájem těžko vyvratitelnou, logikou.²⁵ Proto se v současné podobě QPM v rámci predikce přistupuje k trendům HDP, reálných měnových kurzů a reálných úrokových sazeb jako k primitivním hodnotám, které jsou ve vlastním modelu navzájem provázány jediným arbitrážním vztahem. K určení hodnot těchto trajektorií se používá řada metod, včetně satelitního modelu i zcela neformalizovaných expertních názorů.

V této části jsou popsány základní vztahy satelitního modelového bloku dlouhodobých trendů a použití tohoto bloku při sestavování konzistentního scénáře trendů pro simulovaný horizont. Vzhledem k velké míře detailnosti tohoto modelu a jeho malému vlivu na simulace samotného cyklic-

²² Přesněji řečeno: jde o inflační predikci, která se ovšem v režimu cílování inflace nemůže dlouhodobě odchylovat od cíle.

²³ Této vlastnosti bylo např. využito při popisu odhadu budoucího nominálního kurzu u zpětně hledících subjektů v rovnici (8) cyklického modelu.

²⁴ Navíc, jak bylo poznamenáno na jiném místě, ani cyklický model neodráží korektně všechny behaviorální mechanismy, které ovlivňují hospodářský cyklus. Tím nechceme naznačit, že výše uvedené modelové vazby jsou stanoveny ad hoc, ale spíše to, že behaviorální základy modelu nebyly explicitně formulovány, což může vést k podcenění některých mechanismů. Jak ukážeme na příkladu rovnice IS později, od této formalizace lze očekávat významné vylepšení nejen našeho porozumění cyklickým mechanismům, ale i modelovým vlastnostem obecně.

²⁵ Notoricky známým příkladem nejednoznačnosti je určení potenciálu HDP, u něhož se v praxi běžně používá několik definic a přístupů.

kého modelu se v hlavním textu víceméně omezíme pouze na intuitivní slovní popis. Detailnější popis je uveden v *textové příloze 1*.

Jakkoliv jsme odkazovali na vzájemnou nezávislost cyklického chování na dlouhodobých trajektoriích, už z popisu rovnic cyklického modelu je zřejmé, že tomu tak není zcela. Na konci části 3 jsou proto společně s cyklickými vlastnostmi QPM (simulacemi odezev na šoky) prezentovány také příklady dopadů změn nastavení dlouhodobých trendů do cyklické části, jinými slovy: styčné plochy obou modelových bloků QPM.

Východiskem pro nastavení dlouhodobých rovnovážných trendů reálného výstupu (hrubého domácího produktu), reálného kurzu a reálných úrokových měr jsou simulované scénáře konvergence české ekonomiky k vyspělým evropským ekonomikám. Klíčovým parametrem je tzv. polčas konvergence, tj. délka období, ve kterém snížíme odstup v reálném ekonomickém výkonu na hlavu o polovinu výchozí hodnoty. Poločas konvergence je kalibrován v souladu s existující literaturou o tranzitivních ekonomikách (Fischer – Sahay – Vegh, 1998), (Crafts – Kaiser, 2000). Výsledkem simulací je trajektorie růstu potenciálního (rovnovážného) produktu Δy_{eq} a s ním konzistentní růst rovnovážné produktivity práce vyjádřené prostřednictvím mezního produktu práce. Pomocí jednoduchých účetních identit jsou poté odhadnuty příspěvky sektoru obchodovatelných statků a sektoru neobchodovatelných statků k tomuto celkovému růstu produktivity. Ty tvoří jeden z podkladů pro určení rovnovážné apreciace reálného kurzu vyjádřené prostřednictvím indexu spotřebitelských cen.

V *textové příloze 1* ukazujeme, že za velmi robustních předpokladů bude relativní cena neobchodovatelného zboží vyjádřená ve zboží obchodovatelném odpovídat právě podílu mezních produktů práce v obou odvětvích (Obtsfeld – Rogoff, 1995). Robustnost této závislosti spočívá zejména v tom, že je ovlivněna pouze předpoklady o nabídkové straně ekonomiky, zatímco poptávková strana je pro tento vztah irelevantní. Jelikož vlastní cyklický model se naopak zabývá vzájemnou propojeností poptávkové a nabídkové strany ekonomiky, považuje závislost relativních cen na produktivitách v obou sektorech za vztah rovnovážný, resp. dlouhodobý. Vzhledem k tomu, že reálný kurz je v zásadě relativní cena dvou zboží, nemělo by nás překvapit, že změna relativní ceny neobchodovatelného zboží se odrazí i ve změně reálného kurzu. Vývoj cen neobchodovatelného sektoru však byl určen již dříve. V *textové příloze 1* ukazujeme formálně, že tato složka reálného kurzu apreciuje tehdy, jestliže dochází k rychlejšímu růstu produktivity v obchodovatelném sektoru, což je zcela intuitivní závěr. Z výše zmíněných důvodů považujeme tuto část reálného zhodnocení (vyvolanou diferencíalem růstu produktivit odpovídajícím růstu potenciálu HDP) za rovnovážnou neboli dlouhodobou. Ovšem vzhledem k tomu, že vztah mezi trajektorií potenciálu HDP a rovnovážného reálného kurzu je zatížen řadou konkrétních předpokladů a zjednodušení (která se vesměs týkají nejednoznačnosti samotné definice potenciálu HDP), nestal se integrální součástí samotného QPM. Místo toho je předmětem satelitního modelu, jehož výsledky byly brány do úvahy spolu s jinými možnými interpretacemi a expertními údaji.

Vývoj reálného kurzu je dále svázán s vývojem domácích a zahraničních reálných úrokových sazeb prostřednictvím jednoduché arbitrážní pod-

mínky pohybu mezinárodního kapitálu (úrokové parity), jež je pro dlouhodobě rovnovážné trajektorie vyjádřena v reálných veličinách.

Vyjdeme ze základní podoby úrokové parity vyjádřené pomocí nominálních veličin:

$$\Delta s_{t+1} = rs4_t^* - rs4_t + prem_t$$

Jednoduchou algebraickou (identickou) úpravou pak můžeme vyjádřit paritu v reálných ekvivalentech:

$$\begin{aligned}\Delta s_{t+1} &= E\pi_{t+1} - E\pi_{t+1}^* \equiv \\ \Delta z_{t+1} &= r4_t^* - r4_t + prem_t \\ &\equiv (rs4_t^* - E\pi_{t+1}^*) - (rs4_t - E\pi_{t+1}) + prem_t\end{aligned}$$

Pro úvahy o trendech v dlouhém časovém horizontu ztotožníme očekávání se skutečně realizovanými hodnotami a přepíšeme paritu pouze pro rovnovážné hodnoty uvedených reálných veličin:

$$\Delta z_{eq,t+1} = r4_{eq,t}^* - r4_{eq,t} + prem_{eq,t}$$

Pro robustnost tohoto arbitrážního vztahu se tato rovnice stala nedílnou součástí QPM. Ostatní rovnovážné úrokové míry, které v modelu vystupují, budou s krátkodobou rovnovážnou reálnou úrokovou mírou svázány prostřednictvím (konstantní) časové, resp. klientské premie:

$$r_{eq,t} = r4_{eq,t} + r_{prem}$$

$$rc_{eq,t} = r4_{eq,t} + rc_{prem}$$

3.4 Kalibrace versus odhad parametrů

Modely skutečných ekonomických systémů mohou mít buď odhadnuté, nebo kalibrované parametry. Kalibrace a ekonometrický odhad parametrů modelu jsou dva odlišné způsoby stanovení konkrétních hodnot parametrů ekonometrických modelů. QPM používaný v ČNB pro konstrukci střednědobé makroekonomické predikce má jak kalibrované, tak odhadované parametry.

Otázka kalibrace a odhadu je úzce spojena se strukturální či redukovanou povahou modelu samotného.²⁶ Strukturální modely vycházejí z analýzy chování jednotlivých typů subjektů na mikroekonomické úrovni. V těchto modelech jsou buď kalibrované parametry vycházející z analýzy dezagregovaných částí modelu, nebo odhadované parametry s restrikcemi, které vyplývají z mikroekonomických základů modelovaného systému. Redukované modely jsou modely s odhadovanými parametry, které nejsou odvozeny na mikroekonomických základech.

²⁶ Viz poznámka pod čarou č. 6. *Strukturální*, resp. *redukovaný* zde má poněkud odlišný význam než v ekonometrické terminologii simultánních soustav rovnic.

Odhad parametrů modelu se provádí na základě historických dat pomocí ekonometrických metod. Ekonometrický odhad se používá pro modely, jejichž cílem je co nejlépe vysvětlovat historická data. Parametry jednotlivých rovnic jsou pak odhadnuty na základě historických údajů a hlavním kritériem pro jejich použití v modelu je právě schopnost vysvětlit minulé chování systému. Modely s odhadnutými parametry jsou vhodné spíše pro krátkodobé předpovědi.

Kalibrace je stanovení takových hodnot parametrů, které zajišťují požadovanou podobu chování systému. Modely s kalibrovanými parametry se nesnaží plně mapovat historický vývoj – důraz se spíše naopak klade na formální a teoretickou správnost modelu. Proces kalibrace tak většinou začíná hledáním teoretických restrikcí strukturálních modelových parametrů. Příkladem takové restrikce u QPM je požadavek, aby inflace ve Phillipsově křivce byla lineálně homogenní vůči všem komponentům inflace.

Proces pokračuje vystavením modelu sérii šoků²⁷, u nichž je známa požadovaná (viz např. následující odstavec o reakcích získaných z modelů časových řad) reakce modelu. Výsledky simulací jsou pak s touto požadovanou reakcí konfrontovány. Tvůrce modelu upravuje jednotlivé koeficienty tak, aby se obě reakce co nejvíce navzájem přiblížily při zachování restrikcí vyplývajících z ekonomické teorie a při zachování požadovaných ekvilibriálních vlastností. Příklady takových šoků u QPM jsou uvedeny v části věnované vlastnostem modelu. Obvykle se jedná o jednotkové šoky trvající jedno období. Tato konvence usnadňuje vzájemné srovnání chování různých typů modelů.

Často se také kalibrace provádí na základě satelitních modelů či dílčích výzkumných prací, v nichž jsou stanoveny hodnoty některých elasticit a odhadnut jejich budoucí vývoj. Jako příklad lze uvést kalibraci parametrů na základě analýzy odezev satelitního vícerozměrného modelu časových řad (typu VAR), jehož konstrukce nevyžaduje téměř žádnou ekonomickou strukturu. Při kalibraci se také často využívají odhady hodnot těchto parametrů ve vyspělých ekonomikách, které mají podobné ekonomické charakteristiky. Příkladem takto určené hodnoty parametru u QPM je citlivost inflace na mezeru HDP. Lze ukázat, že tento koeficient určuje tzv. míra oběti (*sacrifice ratio*). V empirických studiích mnoha podobných ekonomik se hodnota tohoto podílu pohybuje kolem 3 (Frait – Kotlán, 1999).

Ačkoliv úspěch kalibrovaného modelu se rozhodně neměří přesností, s jakou mapuje historická data kalibrovaného období, je jeho chování v tomto období důležitým ukazatelem kalibrační procedury. Pokud totiž některý ze vztahů dává historicky systematicky vychýlené hodnoty, potom se zpravidla jedná o pominutí některého důležitého mechanismu.

Z výše uvedeného je zřejmé, že QPM používá jak kalibrované, tak odhadované parametry. QPM tak následuje ve stále větší míře se uplatňující

²⁷ Šokem je zde myšlena nesystematická náhodná odchylka v chování určitého typu ekonomických subjektů od uvažovaných systematických mechanismů; tyto šoky se objevují jako reziduální členy v příslušných strukturálních rovnicích – např. náhodnou výchylku v elasticitě intertemporální substituce spotřebitele interpretujeme jako poptávkový šok, náhodnou výchylku v cenové přírážce nebo produktivitě určitého výrobního faktoru firmy jako nabídkový šok apod.

praxi kalibrace modelů tak, aby kalibrovaný model představoval požadované a akceptovatelné behaviorální mechanismy. Kalibrace parametrů je nutná i z následujících důvodů:

1. Některé strukturální ekonomické vazby nelze odhadovat. Uvažme situaci, kdy jsme pomocí nějakého monetárního instrumentu schopni přesně cílovat inflaci. V datech můžeme pak sledovat vývoj instrumentu, ale vývoj inflace nebude indikovat předcházející reakci našeho instrumentu. Jestliže tedy zvýšením úrokových sazeb dojde k utlumení poptávkových tlaků, nelze na základě historických dat odhadnout, jaká část změny výstupů je výsledkem ekonomického cyklu a jaká je důsledkem zásahu centrální banky prostřednictvím úrokové míry.
2. Účelem QPM není přesně vystihnout a popsat minulost, ale zaměřit se na otázky budoucího střednědobého makroekonomického vývoje. Cílem není vysvětlit minulost, ale spíše stanovit obecné tendence a charakteristiky budoucího vývoje.
3. Krátké časové řady. I kdybychom věřili, že modelový systém rovnic reprezentuje kompletní popis systému, kterým jsou data generována, vede krátkost časových řad k nízké vydatnosti odhadů.
4. Dalším důvodem je kvalita dat, která jsou k dispozici. Rozvinuté ekonomiky mají většinou již po několik desítek let ustálenou a prověřenou metodiku sběru dat. Jejich ekonomické prostředí je stabilizované, a tak v nich nedochází k tak velkým šokovým změnám jako v transformujících se ekonomikách. Tyto změny a celá vlastní transformace mají vliv na stabilitu odhadovaných rovnic; lze očekávat, že základní ekonomické vztahy platné v dřívější době se v tranzitivní ekonomice budou měnit, což by vedlo k požadavku v čase proměnných parametrů.

3.5 Vlastnosti modelu

Vlastnosti QPM jsou v této části ilustrovány popisem reakce modelových proměnných na některé šoky (viz poznámka pod čarou č. 27). Šoky jsou chápány jako poruchy působící v jednom časovém okamžiku, přičemž předpokládáme, že modelovaný systém je ve výchozím období v rovnovážném stavu. Z celé škály obvyklých šoků jsme z důvodu úspory místa vybrali pouze dva, které podle nás mohou dobře odpovídat současným ekonomickým podmínkám: šok do agregátní poptávky (např. z důvodu zvyšujícího se poptávkového impulzu veřejných rozpočtů) a šok do měnového kurzu. Třetí simulací, obsaženou v této části, se snažíme přiblížit zákonitosti interakcí mezi trendovou a cyklickou částí modelu pomocí snížení dlouhodobé trajektorie inflačních cílů o 1 p.b.

Šok do agregátní poptávky. Uvažujme jednorozměrný pozitivní šok do mezery výstupu působící pouze v jednom čtvrtletí. Tento impuls způsobí v dalším čtvrtletí zvýšení tlaku na růst celkové inflace prostřednictvím růstu jádrové inflace. Aby banka dodržela svůj cíl, je nezbytná její reakce, jež zvýší úrokové sazby rs . Reakce krátkodobé úrokové sazby rs a celkové inflace π na šok do y_{gap} je znázorněna na *grafech 1a a 1b*. Zvýšení úrokové sazby povede k apreciaci domácí měny, tj. ke zvýšení nominálního měno-

vého kurzu, a tím i k pozitivní mezeře reálného měnového kurzu. Zvýšením úrokové sazby vznikne dále pozitivní odchylka úrokových sazeb od jejich rovnovážné úrovně. Změna $rmci$ daná změnou odchylek reálných úrokových sazeb a reálného kurzu od rovnovážných hodnot povede ke korekci pozitivní mezery výstupu, a tím k návratu π k cílované hodnotě. Změna kurzu také přímo ovlivní importní ceny statků, a tím přímo snižuje π . Působí zde tedy již v předchozím textu zmiňované kanály monetární transmise.

Šok do měnového kurzu. Uvažujme 1% znehodnocení měnového kurzu CZK/DEM. Tento šok působí na zvýšení celkové inflace dvěma kanály. Především snížení nominálního měnového kurzu povede ke zvýšení cen dovožených statků, což působí na zvyšování inflace nad stanovený cíl. Dále pokles nominálního měnového kurzu povede k pozitivní odchylce reálného měnového kurzu od rovnovážné hodnoty. To bude mít za následek růst poptávkových tlaků a povede k růstu π . Centrální banka musí reagovat zvýšením úrokových sazeb rs tak, aby dosáhla svého cíle. Zvýšení úrokových sazeb povede k depreciaci kurzu a k uzavření výstupového převisu, a tím i k návratu celkové inflace na požadovanou úroveň. Reakce modelových proměnných na šok do měnového kurzu je znázorněna na grafech 2a a 2b.

Snížení inflačního cíle. Uvažme příklad, kdy se centrální banka rozhodne snížit inflační cíl o 1 p.b. Jelikož tato změna nemá vliv na jiné rovnovážné veličiny, zůstanou i reálné rovnovážné sazby nezměněny. To při nižší inflaci podmiňuje i nižší nominální sazby. Pokud by tedy centrální banka byla dostatečně kredibilní a všechny ekonomické subjekty by se ve svých inflačních očekáváních řídily vyhlášenými cíli, stačilo by měnové politice pouze akomodativně snižovat úrokové sazby v souladu s poklesem inflačních očekávání. Avšak vzhledem k tomu, že předpokládáme cenovou nepružnost (rovnice (4) a (14)), musí CB pro dosažení dezinflace zpočátku krátkodobé úrokové sazby zvýšit, což povede k apreciaci kurzu. Dojde ke snížení dovozních cen, což spolu s vysokými úrokovými sazbami vede k negativní mezeře výstupu, tj. převisu nabídky. Efekt negativní mezery spolu s poklesem dovozních cen povede k poklesu inflace. Už po prvním čtvrtletí musí CB začít se snižováním sazeb tak, aby dezinflační tlak v mezeře výstupu nevedl k podstřelení cíle. Po návratu do rovnováhy je míra inflace na cílované hodnotě a všechny nominální úrokové míry jsou nižší o 1 p.b. – viz graf 3a a 3b.

4. Úloha podpůrných informací a jejich interakce s QPM

Predikce vývoje makroekonomických ukazatelů, jež je základním prvkem cílování inflace, musí jak zachycovat výchozí stav ekonomiky, tak ukazovat budoucí makroekonomický vývoj. V části 2 byla zmíněna role celého systému satelitních modelů jako podpůrných nástrojů přispívajících k tvorbě predikce a zdůrazněna nutnost zohlednění expertních úvah, zejména při konstrukci krátkého konce predikce. FPAS pak musí poskytovat způsoby, jak zajistit konzistenci a integraci naší znalosti o výchozím stavu a krátkodobém vývoji ekonomiky, popř. jiného typu dodatečné informace, do střednědobé predikce založené na behaviorálních mechanismech. Kva-

lita výsledné predikce je podmíněna schopností vzájemné „komunikace“ mezi jednotlivými modelovými nástroji v FPAS a jejich dostatečnou flexibilitou, která umožní modifikovat výslednou predikci.

Tato část stručně popisuje postup při modifikaci střednědobé predikce informacemi, které mají svůj původ jinde než v behaviorálních mechanismech jádrového QPM:

- integrace krátkodobé a střednědobé predikce,
- vložení informací expertního charakteru nebo informací z ostatních partiálních a satelitních modelů,
- vložení informací o výchozím stavu ekonomiky.

Integrace predikcí na krátkém a středním horizontu znamená integraci dvou kvalitativně odlišných výsledků – krátkodobé predikce, jejíž relativní věrohodnost s rostoucím časovým horizontem klesá, a střednědobé predikce, jejíž relativní věrohodnost s časem roste. Žádnými empirickými technikami nelze objektivně kvantifikovat časový úsek, ve kterém již modelová predikce z hlediska relativní věrohodnosti převyšuje krátkodobou predikci. Horizont předělu integrované predikce a váhy jednotlivých predikcí v ní jsou vždy jen expertním pohledem.

Existuje několik způsobů, jak v QPM zohlednit expertní informaci. První způsob budeme ilustrovat na příkladu integrace krátkodobé předpovědi do modelové, neboť z pohledu QPM představuje krátkodobá predikce počáteční expertní informaci. Uvažme jednu behaviorální rovnici hypotetického modelu:

$$y_t = A(L)y_t + B(L)X_t + \varepsilon_t$$

kde y je vysvětlovaná endogenní proměnná, X je vektor všech dalších proměnných vystupujících v dané rovnici a ε je reziduum, které zde ovšem nemá charakter náhodné složky (viz dále). Matice A a B jsou polynomy v operátoru zpoždění L . Pro potřebu integrace obou typů predikcí a vkládání další dodatečné informace jsou příslušné rovnice upraveny do tvaru:

$$y_t = w_t y_t^{Tune} + (1 - w_t) [A(L)y_t + B(L)X_t + \varepsilon_t]$$

kde $w_t \in [0,1]$ je váha v čase t a y_t^{Tune} představuje exogenní hodnotu proměnné, která je k této váze endogenní proměnné přiřazena. Úplné převzetí hodnot krátkodobé predikce lze proto u příslušných veličin provést nastavením $w = 1$ na jedničku. Je důležité si uvědomit, že v tomto případě v krátkém horizontu měnověpolitické veličiny na chování systému vliv nemají. Během předělu obou predikcí je veličina ovlivňována jak exogenně vloženou trajektorií krátkodobé predikce, tak střednědobým behaviorálním mechanismem. Při jejich zásadním nesouladu může na předělu dojít k nespojitému chování. Jeho odstranění vyžaduje hlubší analytickou znalost příčin, které generují nesoulad.

Potlačení modelových mechanismů v krátkém období predikce se ovšem nemůže týkat veličin, které plní funkci bezprostředních kanálů měnové politiky a od kterých lze očekávat, že budou průběžně reagovat na měnící se ekonomickou situaci. Těmi jsou v naší situaci krátké úrokové sazby (určované vpřed hledícím úrokovým pravidlem) a nominální měnový kurz (určovaný částečně vpřed hledící výnosovou paritou). Právě popis chování

těchto veličin vzhledem k očekávanému hospodářskému vývoji zachycuje tlak predikovaného vývoje na měnovou politiku a měl by proto být vyústěním celé prognózy.

Predikce musí být dále modifikovatelná jednak neformalizovanými expertními úvahami (expertními úvahami rozumíme především informace a zkušenosti členů predikčního týmu, které nejsou formalizovány pomocí modelů, ale vycházejí ze znalosti detailní problematiky příslušné oblasti a jejího aktuálního vývoje – díky tomu se expertní úvahy promítají více do krátkodobé než střednědobé predikce, ale v každém případě se úspěšná modelová predikce bez tohoto druhu informací neobejde) a jednak informací, která je výsledkem modelových úvah, ale má původ v jiných mechanismech než QPM.

Možností, jak pracovat v modelové predikci s tímto typem dodatečné informace, je nastavení hodnot reziduí ε_t příslušných rovnic. Používá se v situaci, kdy expertní názory předpokládají v určitém časovém horizontu vychýlení dané veličiny od modelových mechanismů. Nastavení reziduí pak vyplývá z kvalitativního (tj. určení vhodné rovnice) a kvantitativního (tj. určení velikosti) posouzení vkládané informace nebo může nabýt podoby např. autoregresivního procesu, který vychází z počáteční chyby modelové predikce.

Tento způsob by bylo možné teoreticky využít také jako alternativu při integraci krátkodobé a střednědobé predikce; ve skutečnosti se však využívá spíše první způsob. Z povahy krátkodobé predikce totiž vyplývá, že v ní často nelze dobře odlišit systematické střednědobé behaviorální prvky od krátkodobých idiosynkratických vlivů. Navíc behaviorální mechanismy popisující systematickou složku chování závisejí na minulém (a očekávaném budoucím) chování hodnoty celé veličiny. Proto v krátkém období, kdy chování ekonomických veličin popisují lépe nesystematické expertní znalosti, je výhodnější přebírat v modelové predikci výsledky predikce krátkodobé, aniž bychom se z ní snažili extrahovat pouze krátkodobou složku.²⁸

Posledním příkladem je interakce střednědobé predikce se satelitními modely určenými k odhadnutí počáteční pozice ekonomiky v rámci hospodářského cyklu. Pro cyklickou část modelové predikce je nezbytné odhadnout velikosti počáteční odchylky HDP, reálného kurzu a reálných sazeb od dlouhodobých rovnovážných hodnot, které jsou ale ve své podstatě nepozorovanými veličinami. Jedním ze způsobů, jak tento odhad provést, je pokusit se v rámci satelitního modelu z minulého vývoje extrahovat informaci o hodnotách těchto nepozorovaných veličin, a to za pomoci strukturálních modelových vazeb podobných vazbám cyklické části QPM. V *textové příloze 2* uvádíme, jak lze pomocí takového satelitního modelu a metody tzv. Kalmanova filtru tuto informaci získat. Je však zřejmé, že pozice hos-

²⁸ Tímto způsobem sice rezignujeme na explicitní systematický prvek chování veličin v krátkém období, ale technicky lze tento prvek z krátkodobé prognózy odvodit pomocí simulace modelu v krátkém období v tzv. reziduálním modu. V takové simulaci je role reziduí a endogenních proměnných prohozena: endogenním veličinám modelu jsou přiřazeny hodnoty krátkodobé prognózy a model je řešen pro hodnoty reziduí, která spolu s modelovými mechanismy budou přesně replikovat výsledky krátkodobé prognózy. Hodnoty těchto reziduí lze potom interpretovat jako výsledek expertní informace nad rámec modelových vztahů.

podářského cyklu je indikována i řadou dalších ukazatelů, které v modelu nebudou obsaženy. Proto jsou výsledky tohoto modelového odhadu vždy porovnávány i s jinými úvahami.

5. Vývoj FPAS v blízké budoucnosti

Na FPAS se v žádném případě nelze dívat jako na konečnou posloupnost přesně definovaných kroků; je to spíše jistý systematický způsob a návod, jak tvořit predikce a jak interpretovat minulý a budoucí vývoj ekonomiky. K tomu, aby FPAS bylo možné smysluplně využívat a aby měl pro uživatele relativně velkou přidanou hodnotu, není nutné, aby byl dokonalý – ani ve smyslu ekonomické teorie (zda model odpovídá zcela přesně ekonomickým základům a mechanismům, kterým věříme), ani ve smyslu úplnosti (zda je schopen systematicky odpovídat na všechny typy otázek, které se mohou při tvorbě měnové politiky vyskytnout). V tomto smyslu si ani nelze představit, že by vývoj FPAS mohl být někdy ukončen.

V současné fázi spočívá přidaná hodnota FPAS v ČNB v tom, že:

- logicky strukturoval celý proces predikce, která má roli jedné z významných informací při rozhodování Bankovní rady,
- jádrový QPM je schopen formálně zachytit a zpracovat nejvýznamnější části transmisního mechanismu měnové politiky,
- podává obecný návod, jak systematickým způsobem pracovat s jakýmkoliv jevy a mechanismy, které nejsou explicitně zahrnuty v modelu, ale které mohou být v daném okamžiku považovány za významné při posuzování minulého nebo budoucího vývoje.

K tomu, aby byla co nejdříve vybudována prakticky použitelná verze FPAS, byly některé jeho části nebo vlastnosti dočasně zjednodušeny nebo potlačeny. Příkladem je absence úplného odvození modelových rovnic z mikroekonomické teorie všeobecné rovnováhy např. (Clarida – Gali – Gertler, 1999). Vývoj systému v budoucnosti bude proto zaměřen právě na tyto oblasti (Laxton – Scott, 2000):

1. Vývoj vlastního jádrového QPM, který poskytuje kostru naší představy o transmisním mechanismu. Spíše než rozšiřování ve smyslu dezagregace veličin (HDP, inflace, vnější sektor apod.) má v této fázi vyšší prioritu budování dobře definovaných mikroekonomických základů a příslušná úprava modelové struktury a modelových parametrů. Skutečnost, že pochopení mikroekonomických základů může mít pro měnověpolitické analýzy klíčový význam, ilustrujeme v *textové příloze 3* na jednoduchém problému formulace rovnice *IS (AD)*.
Hodnota modelu spočívá zejména v jeho schopnosti poskytovat prostor pro experimenty vedoucí k pochopení toho, jak funguje ekonomika, a ve schopnosti zpracovat a interpretovat jevy, které jsou v rozporu s touto intuicí. Všechny změny a rozšíření modelu s sebou proto nesou jak přínosy (větší přiblížení realitě), tak náklady (ztráta intuice při interpretaci výsledků). Konečná podoba každé změny by proto měla být navržena tak, aby co nejvíce minimalizovala tyto případné ztráty.
2. Vývoj satelitních modelů a metod, jak výsledky těchto satelitních modelů včlenit do simulací jádrového QPM. Tak jak je celý FPAS automatizován

a stává se méně náročným na provádění rutinních úkonů (viz další bod), může být lidský kapitál postupem času investován do řešení specifických témat, která jsou v současné době ošetřena spíše ad hoc přístupem. Největší poptávka je v současnosti po podrobnějším modelování běžného účtu, po modelování dopadů změn v relativních cenách, po mikroekonomických základech optimalizujícího bankovního sektoru apod.

3. Vývoj technického zázemí FPAS. FPAS zahrnuje velké množství činností, které mají technickou povahu (statistický odhad parametrů a reziduí, nelineární simulace s vpřed hledícími očekáváními, stochastická simulace rizik apod.) a jejichž algoritmizace vyžaduje netriviální znalost algebry a numerických metod. Pro tyto činnosti sice existují jednotlivé softwarové balíky, od určitého stupně vývoje FPAS – s tím, jak se požadavky na technické činnosti stávají stále specifitějšími – však výhody investice do vlastního modelovacího prostředí převáží nad náklady. Dokonalá znalost vlastního prostředí umožňuje kdykoliv a na kterémkoliv místě zasáhnout do algoritmů a upravit je podle aktuálních specifických požadavků, popř. přidávat další algoritmy, které nejsou pokryty dostupným softwarem. Ve vlastním prostředí lze navíc zautomatizovat celou řadu specifických, ve své podstatě však rutinních kroků a uvolnit čas a lidský kapitál pro vlastní predikční a analytické úlohy.

Vztah mezi růstem potenciálního produktu a rovnovážnou mírou reálné aprece v satelitním modelu dlouhodobých trendů

Východiskem pro nastavení dlouhodobých rovnovážných trendů reálného výstupu (hrubého domácího produktu), reálného kurzu a reálných úrokových měr jsou simulované scénáře konvergence české ekonomiky k vyspělým evropským ekonomikám. Klíčovým parametrem je tzv. poločas konvergence, tj. délka období, ve kterém snížíme odstup v reálném ekonomickém výkonu na hlavu o polovinu výchozí hodnoty. Poločas konvergence je kalibrován v souladu s existující literaturou o tranzitivních ekonomikách (Fischer – Sahay – Vegh, 1998), (Crafts – Kaiser, 2000). Výsledkem simulací je trajektorie růstu potenciálního (rovnovážného) produktu Δy_{eq} a s ním konzistentní růst rovnovážné produktivity práce vyjádřené prostřednictvím mezního produktu práce Δmpl_{eq} . Pomocí jednoduchých účetních identit jsou poté odhadnuty příspěvky sektoru obchodovatelných statků a sektoru neobchodovatelných statků k tomuto celkovému růstu produktivity. Ty tvoří jeden z podkladů pro určení rovnovážné aprece reálného kurzu vyjádřené prostřednictvím indexu spotřebitelských cen.²⁹ Označíme-li α podíl obchodovatelných statků ve spotřebním koši (a předpokládáme-li pro jednoduchost bez ztráty obecnosti stejný podíl v domácí i zahraniční – německé – ekonomice), můžeme apreci reálného kurzu rozepsat jako:

$$\Delta z_t \equiv \Delta s_t + \pi_t - \pi_t^* = \alpha(\pi_t - \pi_t^*) + (1 - \alpha)(\pi_t - \pi_t^*)$$

Jednoduchou úpravou pak můžeme rozlišit tzv. externí ($\Delta z x_t$) a interní ($\Delta z i_t$) příspěvek k apreci reálného kurzu:

$$\Delta z_t = \Delta z x_t + \Delta z i_t$$

kde

$$\begin{aligned} \Delta z x_t &\equiv \Delta s_t + \pi_t - \pi_t^* \\ \Delta z i_t &\equiv (1 - \alpha)(\pi_t - \pi_t^*) - (1 - \alpha)(\pi_t^* - \pi_t^*) \end{aligned}$$

Externí aprece je definována jako růst relativní ceny domácích obchodovatelných statků vůči zahraničním (dováženým) statkům (odpovídající změně směnných relací); v období transformace ji lze přičíst zejména kvalitativním změnám v domácí produkci, resp. změnám v preferencích domácích spotřebitelů. Naproti tomu interní aprece je vyvolána postupnou změnou relativní ceny domácích neobchodovatelných a obchodovatelných statků. Dlouhodobým fundamentálním základem pro tuto část aprece je vývoj produktivity v sektorech obchodovatelných a neobchodovatelných statků. Zjednodušeně můžeme tuto úvahu popsat prostřednictvím modelu tvorby ceny přírážkou k mezním nákladům, která vyjadřuje optimální chování producenta v prostředí monopolistické konkurence:

$$\begin{aligned} p_t &= w_t - m p l_t + a t \\ p n_t &= w n_t - m p l n + a n \end{aligned}$$

²⁹ Podrobněji viz (Obtsfeld – Rogoff, 1995, kapitola 4).

kde pt a ptn jsou ceny obchodovatelných a neobchodovatelných statků, které se tvoří konstantní přírůžkou (členy at a an) k rozdílu mezi nominální mzdou (členy wt a wn) a mezním produktem práce v jednotlivých sektorech obchodovatelných a neobchodovatelných statků ($mplt$ a $mpln$).

Je zřejmé, že při stejných nominálních mzdách v obou sektorech a libovolných konstantních přírůžkách bude vývoj relativní inflace, $\pi_t - \pi_{nt}$, svázán s relativním vývojem produktivity práce (Balassův-Samuelsonův efekt); vývoj produktivity v obchodovatelném i neobchodovatelném sektoru však byl určen v předchozím kroku. Apresiasi interní složky reálného kurzu nastává tehdy, jestliže dochází k rychlejšímu růstu produktivity v obchodovatelném sektoru. Tento předpoklad je v souladu s ekonomickou intuicí i pozorovanými fakty.

TEXTOVÁ PŘÍLOHA 2

Určení počáteční pozice ekonomiky v rámci hospodářského cyklu pomocí vztahů strukturálního modelu

Odhad rovnovážného reálného výstupu, reálného kurzu a reálných úrokových měr, resp. odchylek těchto veličin od jejich rovnovážných hodnot, které vstupují jako počáteční podmínky do dlouhodobé i cyklické části QPM, je odhadem nepozorovaných složek časových řad skutečného výstupu, kurzu a úrokových měr. Standardně se tento typ filtrační úlohy řeší sestavením modelu v tzv. stavovém tvaru, který popisuje jednak chování a vzájemné vztahy jednotlivých nepozorovaných složek (tzv. stavové rovnice) a jednak vztahy mezi nepozorovanými složkami a skutečnými pozorovanými veličinami (tzv. výstupní rovnice). Jako identifikační technika pro odhad neznámých (nepozorovaných) stavů se využívá Kalmanův filtr.

Z technických důvodů je odhad rovnovážných trendů rozdělen na dva modelové bloky. Výsledek prvního odhadu je použit jako exogenní vstup do druhého bloku.

První blok slouží k odhadu vývoje dlouhodobého trendu reálného kurzu a reálných úrokových měr, resp. odchylek těchto veličin od jejich trendů (mezer). Základní stavová rovnice svazuje trend v reálném kurzu s trendem v domácí a zahraniční (exogenní) reálné dlouhodobé úrokové míře; zakládá se na totožných principech jako dlouhodobý modelový blok QPM, tj. na nepokryté reálné úrokové paritě.

$$\Delta z_{eq,t+1} = r4_{eq,t}^* - r4_{eq,t} + prem_{eq,t}$$

$$r_{eq,t} = r4_{eq,t} + r_{prem}$$

$$rc_{eq,t} = r4_{eq,t} + rc_{prem}$$

Je doplněna pravděpodobnostními modely pro chování jednotlivých nepozorovaných složek:

$$z_{eq,t} = z_{eq,t-1} + c + e_t^2$$

$$r4_{eq,t} = r4_{eq,t-1} + e_t^3$$

$$z_{gap,t} = e_t^4$$

$$r_{gap,t} = e_t^5$$

$$r4_gap_t = e_t^6$$

$$rc_gap_t = e_t^7$$

kde e_t^k jsou inovace (náhodné šoky) v příslušných stavových rovnicích.

Výstupní rovnice jsou pouze triviálními identitami:

$$z_t = z_eq_t + z_gap_t$$

$$r_t = r_eq_t + r_gap_t$$

$$r4_t = r4_eq_t + r4_gap_t$$

$$rc_t = rc_eq_t + rc_gap_t$$

Druhý blok slouží k odhadu dlouhodobého trendu a mezery v reálném výstupu. Stavovými rovnicemi jsou agregátní poptávka a agregátní nabídka opět doplněné o pravděpodobnostní modely chování obou nepozorovaných složek:

$$y_gap_t = \alpha_1 y_gap_{t-1} - r mci_{t-1} + \alpha_2 y_gap_t^* + w_t^1$$

$$\pi_t = \beta_1 E \pi_{t+1} + \beta_2 \pi m_t + (1 - \beta_1 - \beta_2) \pi_{t-1} + \beta_3 y_gap_{t-1} + w_t^2$$

$$y_eq_t = y_eq_t + g_{t-1} + w_t^3$$

$$g_t = \gamma g_{t-1} + (1 - \gamma) g_eq + w_t^4$$

$$y_gap_t = w_t^5$$

kde w_t^k jsou inovace (náhodné šoky) v příslušných stavových rovnicích a g_t je tempo růstu rovnovážného výstupu.

Výstupními rovnicemi jsou opět triviální identity:

$$y_t = y_eq_t + y_gap_t$$

$$\pi_t = \pi_t$$

TEXTOVÁ PŘÍLOHA 3

Význam teoretických mikroekonomických základů pro specifikaci rovnice IS

Většina makroekonomických modelů používaná pro reálné predikce ekonomického vývoje používá rovnici agregátní poptávky v následující formě (viz např. rovnice (5) v QPM):

$$y_gap_t = \delta y_gap_{t-1} - \alpha r_gap_t - \delta z_gap_t + \varepsilon_t^{y-gap}$$

kde autoregresní člen vyjadřuje empiricky pozorovanou setrvačnost reálného výstupu a odchylky reálných úrokových měr (r_gap) a reálného kurzu (z_gap) od rovnováhy zachycují na intuitivní úrovni rozhodování spotřebitelů a investorů o intertemporální (spotřeba dnes versus spotřeba zítra) a intratemporální (spotřeba domácích versus dovezených zahraničních statků) substituci. Tento tvar

agregátní poptávky má dobrou schopnost replikovat historická data. Jestliže ho však vsadíme do poměrně široké třídy cyklických modelů vycházejících ze standardní monetární teorie (Clarida – Gali – Gertler, 1999), reálná úroková míra a reálný kurz (tedy dva základní kanály reálného působení měnové politiky) mohou mít na reálný výstup opačný vliv. Výsledný efekt je pak dán nastavením několika parametrů (zde samozřejmě hlavně α a β). Takový postup je zcela nerobustní, neboť i malá změna parametru může způsobit principiální změnu v kvalitě reakce. Kritická závislost kvality modelových vlastností na hodnotě několika partikulárních parametrů je nežádoucí, zejména jedná-li se o reakce na měnovou politiku.

Zkoumáme-li mikroekonomické základy agregátní poptávky a případné příčiny tohoto problému, dospějeme nutně k poněkud odlišnému výslednému vztahu. V nejjednodušší formě jej můžeme prezentovat jako jednoduchou Eulerovu podmínku optimální intertemporální substituce doplněnou v otevřené ekonomice o optimální intratemporální substituci mezi domácími a zahraničními statky (Vávra, 2001):

$$y_gap_t = \delta Ey_gap_{t+1} - \alpha r_gap_t - \beta (Ez_gap_{t+1} - z_gap_t) + \varepsilon_t^{gap}$$

Takto formulovaná agregátní poptávka dává vysoce robustní reakci reálného výstupu na měnovou politiku, kdy úrokový a kurzový kanál působí stejně. Za jistých předpokladů (referenční ekonomika je v rovnováze na úrovni inflace rovné inflačnímu cíli domácí země) se dá na základě nekryté úrokové parity dokázat, že mezera v reálné úrokové ex ante sazbě se rovná očekávané změně mezery v reálném kurzu, a tak jsou při daném očekávání mezery reálného kurzu poslední dva členy svázány úrokovou paritou.

PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ A OZNAČENÍ

V textu jsou použity následující symboly a operátory:

E	očekávání (značené operátorem E), která jsou obecně váženým součtem vpřed hledících (racionálních, modelově konzistentních, značených indexem posunutým o jedno období dopředu u příslušné proměnné) a vzad hledících (adaptivních, autoregresních) očekávání
Δ	operátor difference
ε	náhodná složka
$*$	index označující zahraniční proměnné

Proměnné

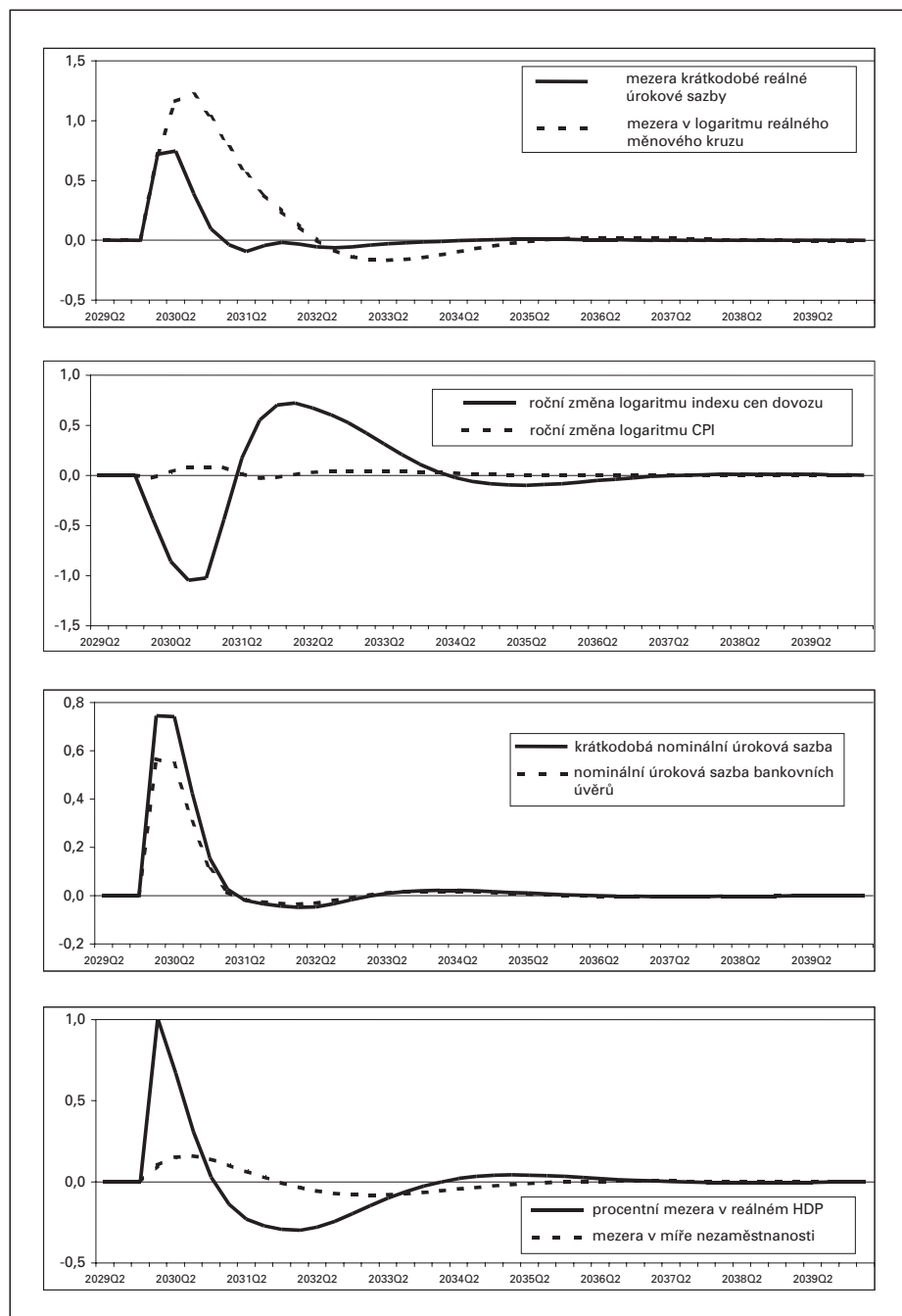
Malá písmena, s výjimkou úrokových sazeb, označují logaritmy veličin.

$nairu$	inflace neakcelerující míra nezaměstnanosti
p	cenová hladina měřená indexem CPI
p^{EN}	index cen energií
p^{ME}	index dovozních cen
p^{MexE}	index dovozních cen s vyloučením cen energií
p^{Oil}	index cen ropy
p^*	zahraniční (německá) cenová hladina
$prem$	riziková premie

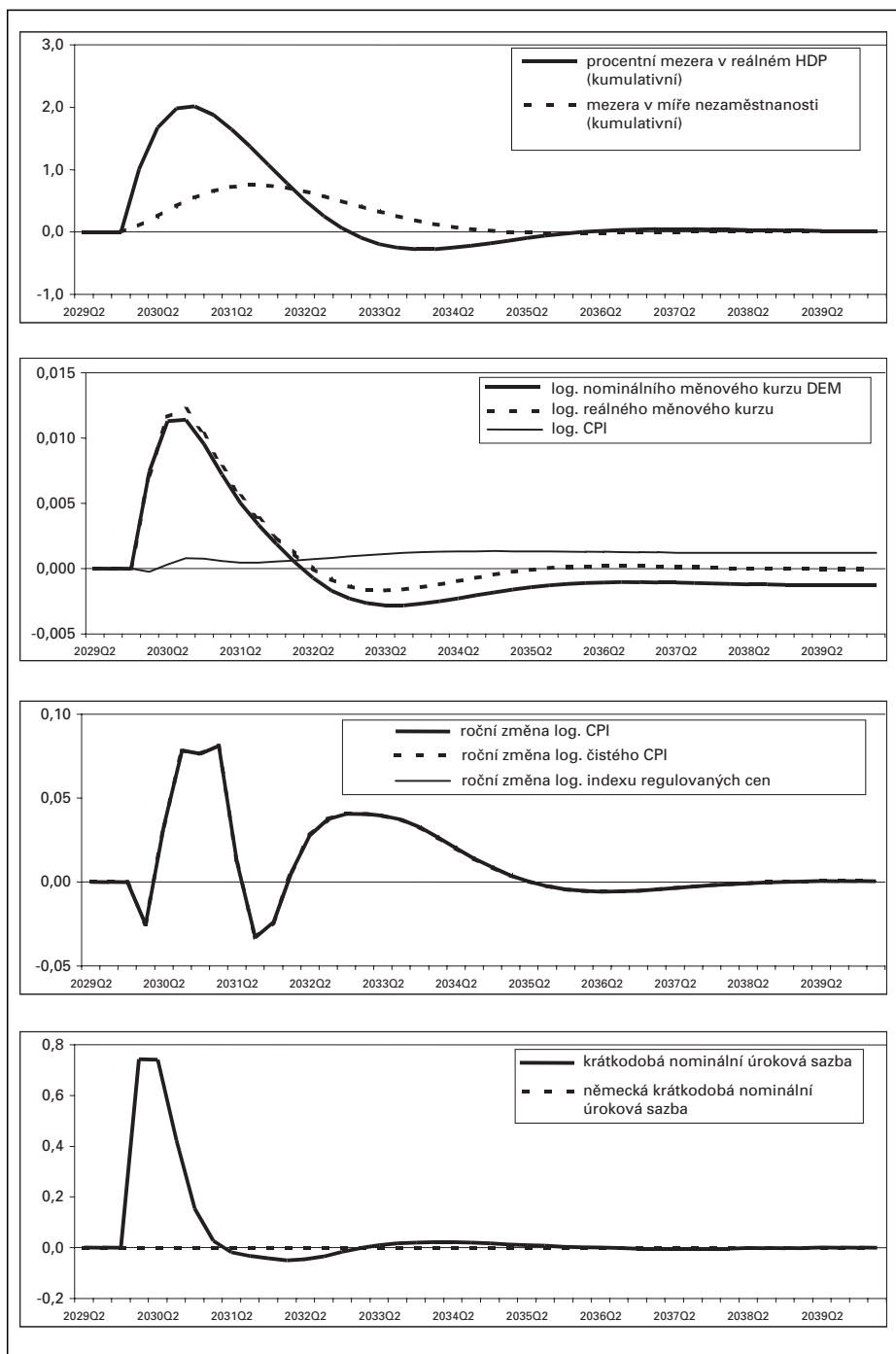
<i>rc</i>	nominální klientská úroková míra
<i>rrc_gap</i>	mezera v reálné klientské úrokové míře
<i>rc_prem</i>	termínová prémie
<i>rmci</i>	index reálných měnových podmínek
<i>rr_eq</i>	rovnovážná reálná krátkodobá úroková sazba
<i>rr4_eq</i>	rovnovážná reálná jednoletá úroková sazba
<i>rr4_gap</i>	mezera v reálné jednoleté úrokové míře
<i>rr4_gap*</i>	mezera v reálné zahraniční jednoleté úrokové míře
<i>rs</i>	nominální krátkodobá úroková sazba (tříměsíční PRIBOR)
<i>rs_eq</i>	rovnovážná nominální krátkodobá úroková sazba
<i>rs4</i>	nominální jednoletá úroková sazba (jednoletá sazba PRIBOR)
<i>rs4*</i>	zahraniční nominální jednoletá úroková sazba (jednoletá EURIBOR)
<i>rs4_prem</i>	termínová prémie
<i>s</i>	nominální měnový kurz DEM/CZK
<i>s^{USD}</i>	nominální měnový kurz USD/CZK
<i>u</i>	nezaměstnanost
<i>u_gap</i>	mezera v nezaměstnanosti
<i>y</i>	reálný výstup (HDP)
<i>y_eq</i>	rovnovážný reálný výstup
<i>y_gap</i>	mezera reálného výstupu
<i>y_gap*</i>	mezera zahraničního (německého) reálného výstupu
<i>z</i>	reálný měnový kurz
<i>z_eq</i>	rovnovážný reálný měnový kurz
<i>z_gap</i>	mezera reálného měnového kurzu
π	mezičtvrtletní míra inflace cenové hladiny měřené CPI
π^*	mezičtvrtletní zahraniční (německá) míra inflace
π_{core}	mezičtvrtletní míra inflace vypočtená z celkového CPI po vyloučení všech regulovaných cen a cen energií
π^{EN}	mezičtvrtletní míra inflace cen energií
π^{ME}	mezičtvrtletní míra inflace dovozních cen energií
π^{MexE}	mezičtvrtletní míra inflace dovozních cen s vyloučením cen energií
π^{Oil}	mezičtvrtletní míra inflace cen ropy
π^4	meziroční míra inflace cenové hladiny měřené indexem CPI
π^4^{MexE}	meziroční míra inflace dovozních cen s vyloučením energií
π^4^{ME}	meziroční míra inflace dovozních cen
π^4^{Tur}	inflační cíl, meziroční míra inflace cenové hladiny měřené indexem CPI

GRAFICKÁ PŘÍLOHA

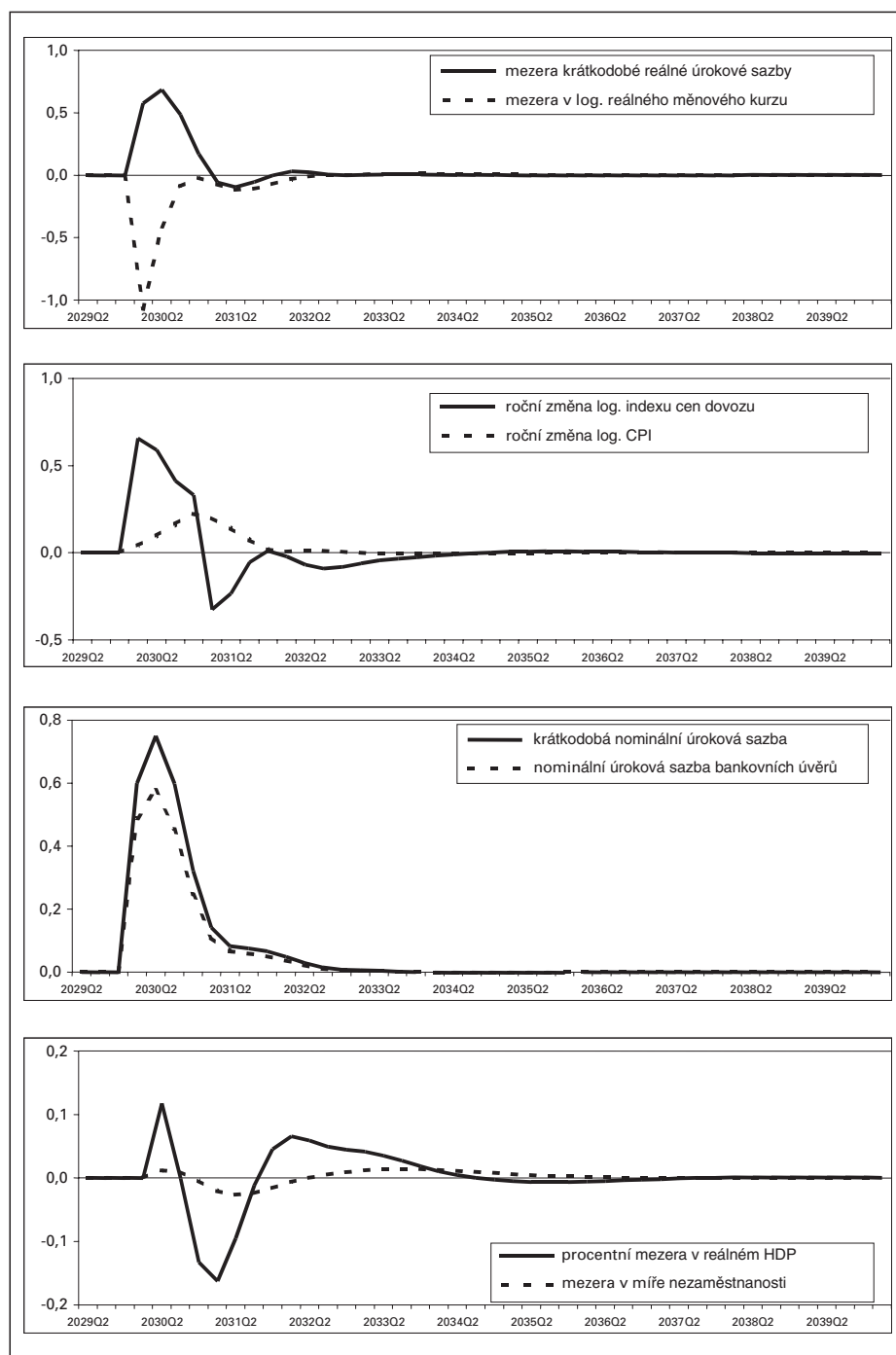
GRAF 1 Odezva na poptávkový šok – část a



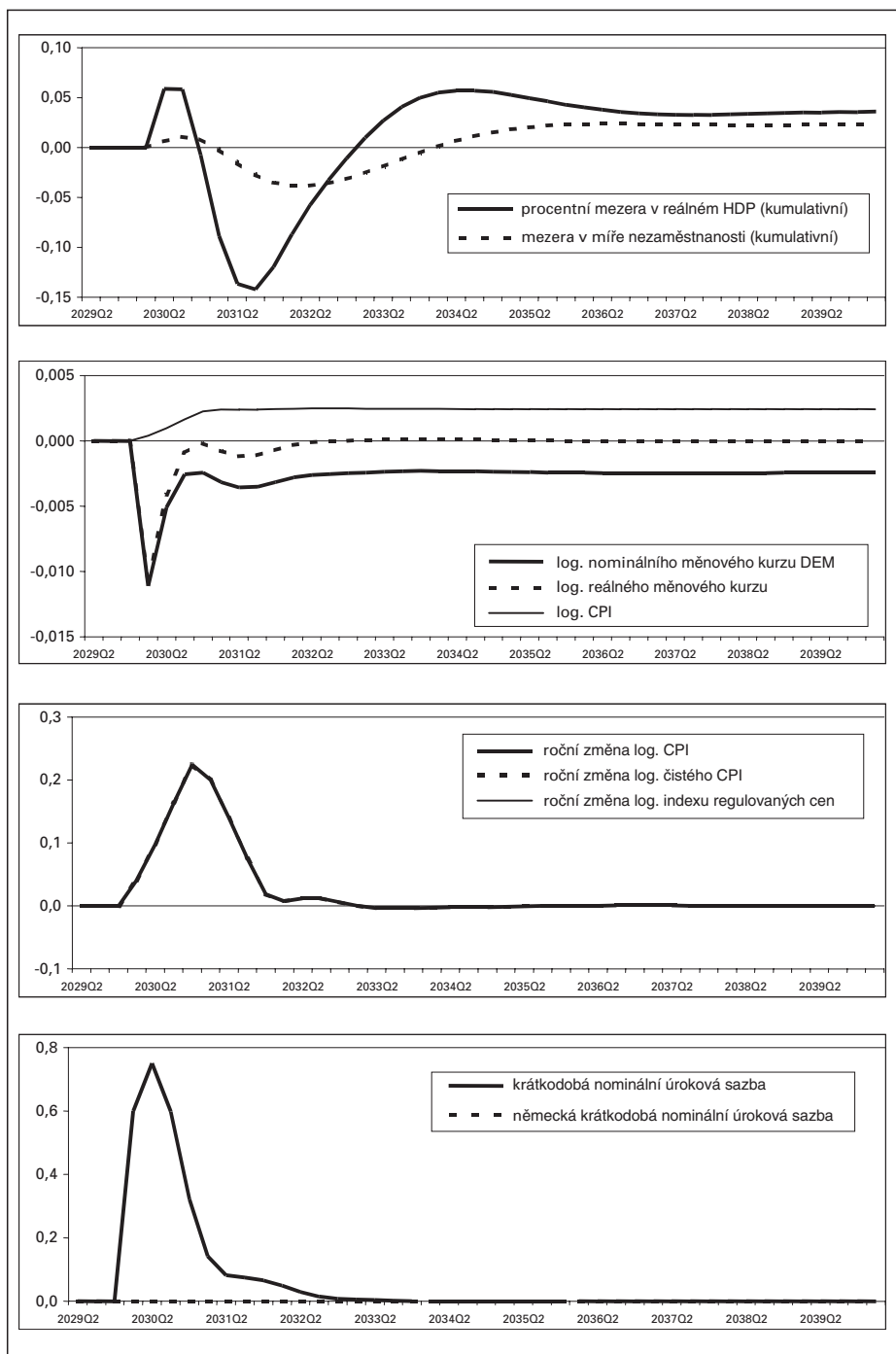
GRAF 1 Odezva na poptávkový šok – část b



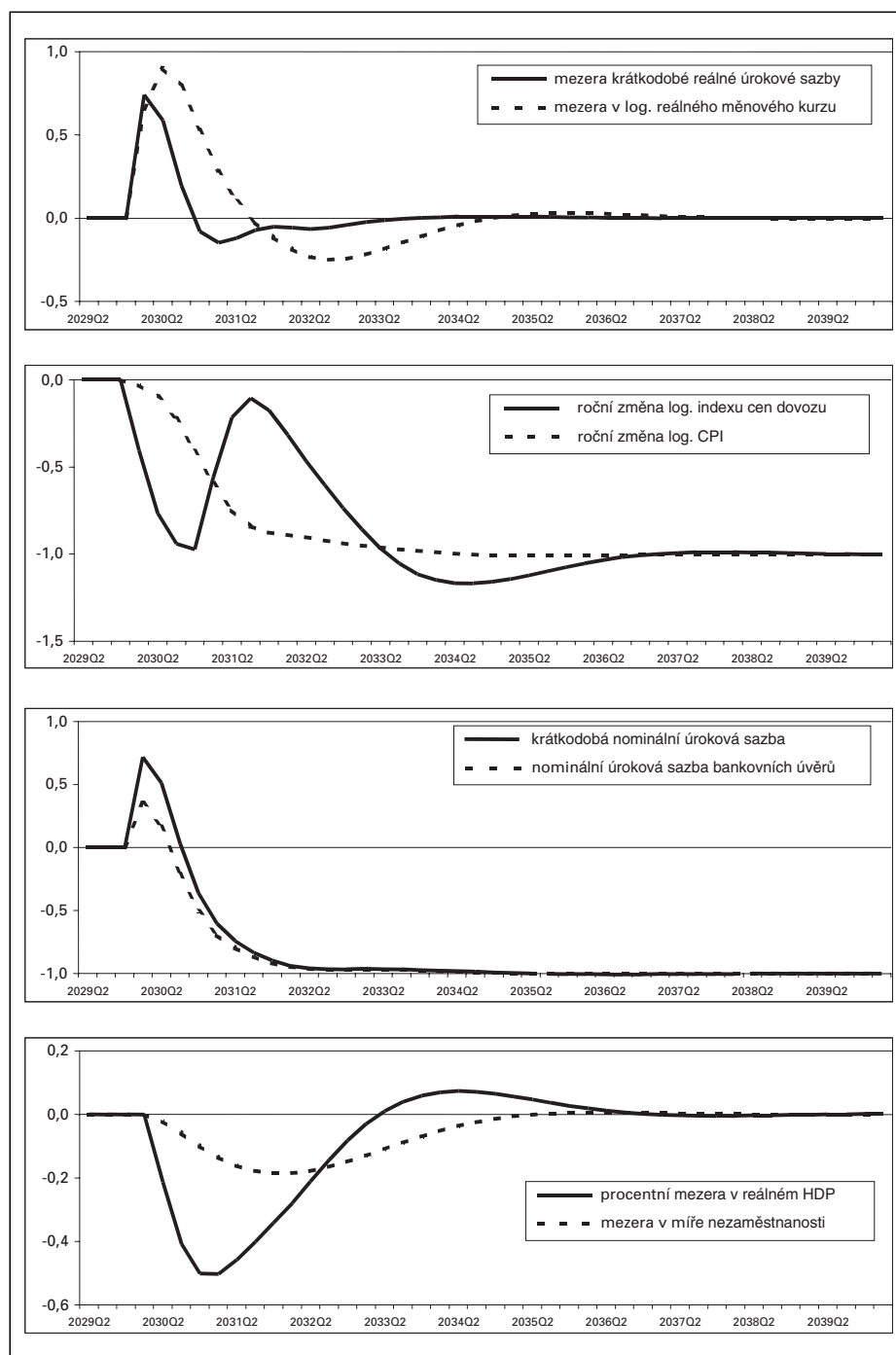
GRAF 2 Odezva na kurzový šok – část a



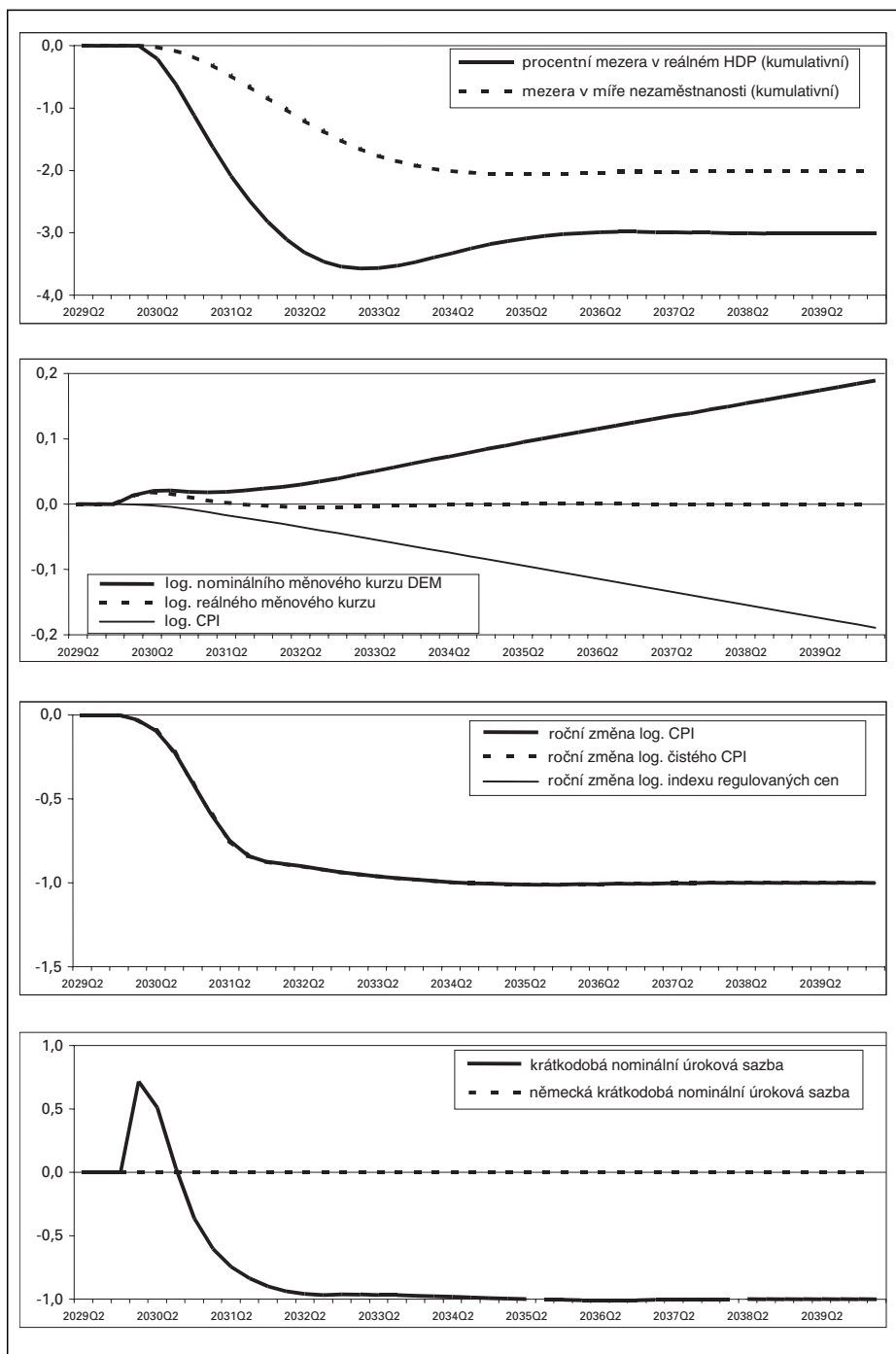
GRAF 2 Odezva na kurzový šok – část b



GRAF 3 Odezva na dezinflační šok (snížení inflačního cíle) – část a



GRAF 3 Odezva na dezinflační šok (snížení inflačního cíle) – část b



LITERATURA

- CLARIDA, R. – GALI, J. – GERTLER, M. (1999): The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective. *NBER Working Paper*, 1999, no. 7147, May.
- CRAFTS, N. – KAISER, K. (2000): Long Term Growth Prospects in Transition Economies: A Reappraisal. Interim report to the EU Commission, *ACE Phare no. P97–8034 R „The Macroeconomics of Accession: Growth, Convergence and Structural Adjustment“*.
- FISCHER, S. – SAHAY, R. – VEGH, C. (1998): From Transition to Market: Evidence and Growth Prospects. *WP/98/52, IMF*, Washington, D.C., 1998.
- KOTLÁN, V. – FRAIT, J. (1999): Empirie vztahu mezi nezávislostí centrální banky a výsledky její politiky. *Finance a úvěr*, 1999, č. 10, ss. 565–586.
- MAHADEVA, L. – SMIDKOVA, K. (2000): Modelling the transmission mechanism of monetary policy in the Czech Republic. In: Mahadeva, L. – Stern, G. (eds.): *Monetary Frameworks in Global Economy*. Prague, CNB, 2000.
- LAXTON, D. – SCOTT, A. (2000): On Developing a Structured Forecasting and Policy Analysis System Designed to Support Inflation-Forecast-Targeting. In: *Inflation Targeting Experiences: England, Finland, Poland, Mexico, Brazil, Chile*. Ankara, The Central Bank of Turkey, 2000, pp. 6–63.
- OBTSFELD, M. – ROGOFF, K. (1995): *Foundations of International Macroeconomics*. MIT Press, 1995.
- VAVRA, D. (2001): Forward looking behaviour and the IS curve. *Prikazi in Analize* (Bank of Slovenia, Ljubljana), vol. IX, 2001, no. 4 – August, pp. 73–80.

SUMMARY

JEL Classification: E52, E37, E47

Keywords: macroeconomic models – central bank – monetary policy

Medium-term Macroeconomic Modeling and It Role in the Czech National Bank Policy

Jaromír BENEŠ – David VÁVRA – Jan VLČEK: Czech National Bank, Prague
(jaromir.benes@cnb.cz), (david.vavra@cnb.cz)
(jan.vlcek@cnb.cz)

The success of inflation-targeting regimes rests in the systemic responsiveness of monetary policy to major disturbances. To ensure systematic behavior, monetary policy must be explicitly based on the medium-term macroeconomic framework with a forward-looking transmission mechanism. Macroeconomic models provide a useful means to exploit such a mechanism and achieve a medium-term consistency of forecast. The article describes the quarterly prediction model currently used by the Czech National Bank and the model's role in the bank's forecasting and analytical system.